



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**ESTUDIO DE PERFIL DEL PROYECTO “CONSTRUCCIÓN DE
MINIACUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO (MABE) EN LA
COMUNIDAD EL QUIBUTO, MUNICIPIO DE TELPANECA,
DEPARTAMENTO DE MADRIZ”.**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Luis Manuel Sánchez
Br. Jefry José Toruño Rodríguez

Tutor

MSc. Yader Molina Lagos

Managua, Septiembre 2019

DEDICATORIA

El presente documento está dedicado principalmente a mi abuelo, a mi madre y finalmente a mi hermana quienes me han apoyado incondicionalmente en todos los proyectos que he llevado a cabo y han sido mi respaldo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia y amigos quienes me han apoyado incondicionalmente en todo momento.

A su vez ofrezco especial agradecimiento al MSc. Yader Molina por haberme brindado conocimientos técnicos y consejos de mucha importancia para mi desarrollo personal a lo largo de toda la carrera.

Agradezco enfáticamente a la Universidad Nacional de Ingeniería, por abrirme sus puertas para ser mejor persona y buen profesional, así como también a cada docente que me impartió clases a lo largo de esta etapa y me brindaron conocimientos importantes.

Br. Luis Manuel Sánchez.

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a mi mama Erlinda Marlene Rodríguez Salazar. A mi abuelo Joaquín Rodríguez Ochoa (Q.E.P.D.) y a mi tío Arís José Rodríguez (Q.E.P.D.) quienes hicieron propio este sueño dándome el aliento necesario para poder llegar a la meta.

AGRADECIMIENTO

*Primeramente, quiero agradecer a **DIOS**, que es quien permite que las oportunidades lleguen a nuestras vidas; quien nos dio la sabiduría y perseverancia para creer en que todo es posible.*

*A mi **MADRE Y HERMANA** por su apoyo emocional y económico a lo largo de este proceso.*

A mi familia en general, por haber confiado y apoyado en el transcurso de mis estudios.

A mi esposa quien me da fuerzas cada día para superar los obstáculos que se presentan en la vida,.

*A los **Ingenieros. Giancarlo Blandón y Darwíng Centeno** quien, en calidad de docentes, me guiaron de manera eficiente y con una entereza admirable.*

Br. Jefry José Toruño Rodríguez.

ÍNDICE DE CONTENIDO.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. ANTECEDENTES	2
1.3. JUSTIFICACIÓN	3
1.4. OBJETIVOS.....	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos	4
1.5. MARCO TEÓRICO.....	5
CAPÍTULO II: DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL.....	21
2.1. Límites, localización y acceso.....	21
2.1.1. Macro localización	21
2.1.2. Micro localización	22
2.2. Descripción de las características físicas y climatológicas de la zona en estudio.	23
2.2.1. Relieve	23
2.2.2. Clima	24
2.2.3. Pluviosidad	24
2.3. Características socio-económicas.....	24
2.3.1. Actividades económicas	25
2.3.2. Equipamiento social	26
2.4. Cálculo de la tasa de crecimiento poblacional	27
2.4.1. Proyección de la población.....	28
CAPITULO III: ESTUDIO TÉCNICO	30
3.1. Dotación y población a servir.....	30
3.1.1. Periodo de diseño.....	30

3.1.2.	Consumo poblacional	31
3.1.3.	Variaciones de consumo	31
3.1.4.	Pérdidas en el sistema	31
3.2.	Fuentes de abastecimiento.....	33
3.2.1.	Aforo.....	33
3.2.2.	Calidad del agua.....	33
3.2.3.	Tratamiento	36
3.2.4.	Cloración	36
3.3.	Diseño.....	39
3.3.1.	Obra de captación	39
3.3.2.	Filtro	43
3.3.3.	Tanque de almacenamiento	45
3.3.4.	Selección de la bomba.	48
3.3.5.	Electrificación del sistema	52
3.3.6.	Diseño hidráulico de la línea de conducción	53
3.3.7.	Tiempo de bombeo.....	53
3.3.8.	Diseño de red de distribución	55
3.3.9.	Actividades de construcción	65
3.4.	Aspectos legales y de funcionamiento.....	66
3.4.1.	Participación comunitaria.	68
3.4.2.	Organigrama	69
3.4.3.	Costos de funcionamiento.	69
3.4.4.	Tarifa.	71
CAPÍTULO IV:	EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA.....	74
4.1.	Generalidades.....	74
4.1.1.	Vida útil.....	74
4.1.2.	Tasa de cambio	74
4.2.	Inversión del proyecto.	75

4.2.1.	Activos fijos	75
4.2.2.	Activos diferidos	78
4.2.3.	Costos de operación.....	78
4.2.4.	Ingresos.....	80
4.2.5.	Análisis de beneficio.....	82
4.2.6.	Tasa mínima atractiva de rendimiento (TREMA).....	83
4.2.7.	Flujo Neto de Efectivo (FNE)	84
4.2.8.	Análisis de sensibilidad	85
4.2.9.	FNE con tarifa privada.....	85
4.2.10.	Periodo de recuperación de la inversión (PRI)	86
4.2.11.	Valor Actual Neto (VAN) y TIR	86
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		87
5.1.	CONCLUSIONES.....	87
5.2.	RECOMENDACIONES.	88
BIBLIOGRAFÍA		89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Períodos de diseños de sistemas de abastecimiento.	11
Tabla 2	Estudio poblacional y tasa de crecimiento	28
Tabla 3	Población proyectada.....	29
Tabla 4	Períodos de diseños	30
Tabla 5	Variaciones de consumo.....	32
Tabla 6	Análisis físico químico para potabilidad	34
Tabla 7	Parámetros bacteriológicos.....	35
Tabla 8	Parámetros Organolépticos	35
Tabla 9	Dosificaciones de cloro	38
Tabla 10	Pérdidas localizadas como longitudes de tubería	49

Tabla 11 Coeficientes de rugosidad de las tuberías.	50
Tabla 12 Tiempos de bombeo	54
Tabla 13 Distribución nodal de consumo, en base a cantidad de casas por tramo.....	60
Tabla 14 Longitudes y diámetros de la red	61
Tabla 15 Características de trabajo durante consumo máximo horario de las tuberías en la red.....	63
Tabla 16 Resumen de resultados de EPANET, en ambos casos (con consumo y sin consumo).....	64
Tabla 17 Organización del CAPS en la comunidad El Quibuto.....	68
Tabla 18 Costo de funcionamiento y mantenimiento.	70
Tabla 19 Costos de administración.....	70
Tabla 20 Costo de operación	70
Tabla 21 Costos Totales de funcionamiento	71
Tabla 22 Cálculo de tarifa	72
Tabla 23 Inversión total del proyecto	75
Tabla 24 Costo de las edificaciones del proyecto.	76
Tabla 25 Equipos.	77
Tabla 26 Resumen de activos fijos	78
Tabla 27 Costos de administración.....	78
Tabla 28 Costo de funcionamiento y mantenimiento.	79
Tabla 29 Costo de operación	79
Tabla 30 Costos anuales.	80
Tabla 31 Tarifas según CAPS.....	81
Tabla 32 Ingresos	82
Tabla 33 Ahorro en Gastos de Enfermedades.....	83
Tabla 34 Flujo neto de efectivo usando Tarifa Social	84
Tabla 35 FNE con tarifa privada	86

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Consumo promedio diario	14
Ecuación 2 Tasa de crecimiento poblacional	28
Ecuación 3 Proyección poblacional	28
Ecuación 4 Consumo Promedio Diario	31
Ecuación 5 Cálculo de pérdidas en el sistema	31
Ecuación 6 Consumo máximo día	31
Ecuación 7 Consumo máximo hora	31
Ecuación 8 Volumen de cloro	36
Ecuación 9 Hipoclorito de calcio	37
Ecuación 10 Volumen de la solución	37
Ecuación 11 Gasto por goteo del hipoclorador	37
Ecuación 12 Volumen del Tanque	45
Ecuación 13 Dimensionamiento de base del tanque de almacenamiento	46
Ecuación 14 Pérdidas en la descarga.....	49
Ecuación 15 Carga total dinámica	50
Ecuación 16 Potencia de la bomba.....	51
Ecuación 17 Potencia del motor.	51
Ecuación 18 Diámetro eficiente para la línea de conducción.....	53
Ecuación 19 Cálculo de tiempo de bombeo.....	53
Ecuación 20 Pérdidas por fricción.....	65
Ecuación 21 Cálculo de tarifa por rango de consumo.....	71

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1 Macro localización.	21
Mapa 2 Micro localización.....	23

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Vista en planta obra de captación	40
Ilustración 2 Sección transversal de obra de captación	40
Ilustración 3 Sección longitudinal desarenador	41
Ilustración 4 Vista en planta de desarenador	41
Ilustración 5 Planta de cárcamo de bombeo y sarta de equipo de bombeo..	42
Ilustración 6 Sección de cárcamo de bombeo y sarta de equipo de bombeo	42
Ilustración 7 Corte transversal y vista superior del filtro.	44
Ilustración 8 Vista elevación filtro presurizado	44
Ilustración 9 Vista en planta tanque de almacenamiento	47
Ilustración 10 Vista de sección transversal de tanque de almacenamiento ..	47
Ilustración 11 Curva característica de la bomba.	52
Ilustración 12 Ejemplo de red de distribución de agua potable abierta o ramificada	57
Ilustración 13 Esquema Hidráulico, ubicación de nodos a utilizar para la simulación hidráulica.....	58
Ilustración 14 Esquema Hidráulico, ubicación de las tuberías a utilizar para la simulación hidráulica.....	59
Ilustración 15 Elevaciones de cada nodo.....	59
Ilustración 16 Presiones en el sistema con consumo máximo horario.....	62
Ilustración 17 Velocidades en el sistema con consumo máximo horario	62
Ilustración 18 Organigrama.....	69

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Distribución Poblacional	24
Gráfico 2 Actividades Económicas.....	25
Gráfico 3 Distribución Agrícola.....	25

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

El agua es un bien de primera necesidad para los seres vivos y un elemento natural imprescindible en la configuración de los sistemas medioambientales, actualmente existen muchos problemas de agua potable a nivel mundial, y cada día se vuelve más escasa. La explosión demográfica existente en el mundo y el mal manejo de los recursos hídricos, así como también el cambio climático ha deteriorado las pocas fuentes de agua potable.

En Nicaragua existen problemas con la calidad del agua, a pesar de contar con una enorme cantidad de recursos hídricos potencialmente explotables, estos se han venido deteriorando y las fuentes disponibles para el abastecimiento de agua potable dejan de ser útiles para el consumo. El departamento de Madriz no se exenta de presentar este problema, ya que en muchas de sus comunidades hay falta de agua potable para suplir sus necesidades básicas; una de estas comunidades particulares es El Quibuto localizada en el municipio de Telpaneca, esta tiene serias deficiencias con el abastecimiento de agua.

Para resolver dicha problemática, se analizó la construcción de un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE), el cual consiste en el abastecimiento de agua, en la que el agua es empujada por la fuerza generada por bombas eléctrica, elevándola hasta un tanque de almacenamiento para que luego sea distribuida por medio de gravedad en la comunidad de 331 conexiones de patio domiciliar y 4 conexiones a edificios públicos, este abastecimiento comunitario suplirá una demanda de 1, 236 habitantes.

1.2. ANTECEDENTES

La comunidad de El Quibuto, perteneciente al Municipio de Telpaneca, departamento de Madriz, se ubica en las coordenadas UTM X= 586467E, Y= 1491772 N, ubicada a 20 kilómetros de la cabecera municipal, fundada en el año 1995 formada en su mayoría por productores que habían sido desplazado de las zonas de guerra, formándose la comunidad de forma espontánea por la integración de dos cooperativas agrícolas, con una población inicial de 25 personas.

Actualmente cuenta con una población total de 1,236 habitantes, distribuidos en 331 viviendas, para un índice habitacional de 3.73 habitantes por vivienda.

La comunidad El Quibuto actualmente posee un Mini Acueducto por Gravedad (MAG) configurado bajo el esquema: Fuente, Filtro, Almacenamiento y Red. El sistema consta de tres cajas de captación interconectadas (una y dos alimentan a una tercera caja), localizadas en diferentes sitios y fuentes identificadas como, Fuente 1, El Rebote y Las Brisas, en esta última fuente las obras de toma se unen a una caja; también consta de un filtro con líneas de conducción hacia un Filtro Ascendente y un almacenamiento en tanque sobre suelo, con red de distribución que abastece a la población por medio de conexiones de patio. Las fuentes de captación de este MAG, presentan deficiencia de caudal para cubrir la demanda actual de la población, en cuanto a la tubería instalada la situación del abastecimiento se ve mayormente afectada por la inadecuada instalación de tubería y la cantidad de fugas existentes en las tuberías de conducción y distribución instalada a poca profundidad (30 a 60 cm) y expuesta en la mayor parte de su trayectoria.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El análisis a nivel de perfil de la construcción de un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE) en la comunidad El Quibuto, del municipio de Telpaneca, fue de gran importancia ya que permitió identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios que se generen del mismo en un determinado periodo de tiempo.

El proyecto consiste en la construcción de un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) que brindará servicio las 24 horas del día, ya que el MAG (Mini Acueducto por Gravedad) existente ya cumplió su vida útil, y en general se encuentra en mal estado.

Es fundamental que se determine la viabilidad del proyecto, ya que permitirá que cualquier institución que desee invertir en él, tenga la información necesaria para la correcta toma de decisiones.

Este proyecto traerá beneficios socios económicos para la comunidad, garantizando los servicios de agua potable en cantidad suficiente y de manera continua para todos los usos personales y domésticos y vendrá a beneficiar a 1, 236 habitantes, divididos en 331 Viviendas y 04 edificaciones públicas, así mismo se contribuye a disminuir las cantidades de habitantes que pueda padecer de enfermedades infecciosas, aumentando el tiempo de actividad económica de los pobladores.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

- Formular y evaluar el proyecto de la construcción de un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) en la comunidad El Quibuto, del municipio de Telpaneca, departamento de Madriz a nivel de perfil para analizar su rentabilidad socioeconómica.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de situación actual de la comunidad para establecer la demanda de la zona en estudio.
- Establecer los requerimientos técnicos necesarios de diseño para la construcción del MABE.
- Analizar la rentabilidad del proyecto mediante una evaluación socioeconómica.

1.5. MARCO TEÓRICO

Para la realización de esta investigación fue necesaria la definición de ciertos aspectos teóricos que a continuación se muestran.

Se entiende como proyecto “la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema, la cual tiende a resolver una necesidad humana”. (Urbina, Formulación de Proyectos, 2013, p. 2)

Estudio a nivel de perfil “es una descripción simplificada de un proyecto. Además de definir el propósito y la pertenencia del proyecto, presenta un primer estimado de las actividades requeridas y la inversión total que se necesitará, así como los costos operativos anuales”.

Alternativas de proyecto “se refiere al planteamiento de soluciones diferentes unas de otras y que, aparte de ser excluyentes, pueden tener poblaciones objetivas distintos como también planteamientos técnicos muy diferentes. Distinto es el caso de variaciones al interior de una alternativa de solución donde se pueden analizar diferentes “alternativas tecnológicas” y que se refiere a la variación de una o dos variables a lo más y que no modifican sustancialmente el proyecto planteado”. (SNIP, 2008)

Diagnóstico de situación actual “es una técnica para el análisis de alternativas y la valoración de sus consecuencias”. (Vilar, 1992). Este diagnóstico ha de ser integral y está referido a conocer los grupos involucrados en el proyecto, cantidad y características, el área de influencia, las condiciones de entrega de los bienes y servicios en los que el proyecto intervendrá, medios sustitutos o alternativos empleados por la población beneficiaria. Debe aplicarse un enfoque sistémico para realizar un adecuado diagnóstico situacional (SNIP, 2008)

Se define como Agua potable aquella que se puede consumir o beber sin que exista peligro para nuestra salud. El agua potable no debe contener sustancias o microorganismos que puedan provocar enfermedades o perjudicar nuestra salud. (ENACAL, 2006)

Se entiende por Acueducto “aquellas construcciones que tienen por objetivo principal la conducción del agua desde un punto hasta otro para permitir que personas o comunidades tengan acceso a ella”. (ENACAL, 2006)

Cuando se habla del Estudio de la población “es aquel que nace con la estadística y la creación de censos regulares y universales. Para estudiar a la población es necesario contar con información relativamente reciente, por ello los censos constituyen la fuente fundamental de información y está definida la necesidad de levantarlos en períodos no superiores a los 10 años”. (Sauvy, 1991)

Método de proyección de la población se entiende como “La población a servir es el parámetro básico con el cual se diseñan los elementos de las obras de abastecimiento de agua; pudiéndose establecer diferentes criterios para la estimación de la misma dependiendo de las características de la población, objeto de estudio, el tipo y configuración de la localidad”.

La proyección de la población esperada a lo largo del período de diseño se calcula por medio de la fórmula del Método Geométrico. Esta técnica se basa en la hipótesis de un porcentaje de crecimiento geométrico, supone que la tasa de crecimiento es proporcional al tamaño de la población.

Se entiende por demanda “la cantidad de bienes o servicios que el mercado requiere o solicita para buscar la satisfacción de una necesidad específica o un precio determinado”. (Urbina, Formulación de Proyectos, 2013, pág. 28)

Dotación de agua y nivel de servicio se determina “la cantidad de agua que se asigna para cada habitante y que incluye el consumo de todos los servicios que realiza en un

día medio anual, tomando en cuenta las pérdidas. Se expresa en litros/habitante día. Está dotación es consecuencia del estudio de las necesidades de agua de una población, quien la demanda por los usos siguientes: para saciar la sed, para el lavado de la ropa, para el aseo personal, la cocina, para el aseo de la habitación, para el riego de las calles, para los baños, para usos industriales y comerciales, así como para el uso público.

Se aplicará en los sistemas de abastecimiento de agua potable de mayor nivel de consumo. Se denomina nivel de servicio a la forma final de aprovisionamiento de agua.

Para estas comunidades se pretende brindar el servicio de Conexiones Domiciliarias de Patio. El nivel de servicio a brindar corresponde a un 100% de conexiones domiciliarias". (ENACAL, 2001).

Se denomina tarifa al sistema de precios que permite el cobro de los servicios públicos domiciliarios. Los dos conceptos principales integrantes del sistema tarifario son:

- Tarifa Cargo Fijo: Es el valor unitario por suscriptor independiente del nivel de consumo, con la cual se cobran los gastos administrativos y de comercialización.
- Tarifa Consumo/vertimiento: Es el valor unitario por metro cúbico que refleja los costos económicos de prestar el servicio, incluye los costos operativos, costos de inversión, los activos, las tasas ambientales. (Tarifas Vigentes, 2017).

“Los costos de operación o costos de funcionamiento del proyecto son aquellos que ocurren luego del inicio, construcción o instalación de la nueva capacidad productiva hasta la finalización de su vida útil. Se obtienen a partir de la valoración monetaria de los bienes y servicios que deben adquirirse para mantener la operatividad y los beneficios generados o inducidos por el proyecto”. (Guía de diseño de proyectos sociales, 2011)

Se entiende por estudio técnico a “la investigación que consta en presentar la determinación del tamaño óptimo de la planta, determinación de la localización óptima

de la planta, ingeniería del proyecto y análisis organizativo, administrativo y legal”. (Urbina, 2010)

- Levantamiento topográfico consiste en hacer una topografía de un lugar, es decir, llevar a cabo la descripción de un terreno en concreto. Mediante el levantamiento topográfico, un topógrafo realiza un escrutinio de una superficie, incluyendo tanto las características naturales de esa superficie como las que haya hecho el ser humano. (Levantamiento Topográfico, 2014)
- El propósito de la Localización “es seleccionar la ubicación más conveniente para el proyecto, es decir aquella que frente a otras alternativas posibles produzca el mayor nivel de beneficio para los usuarios y para la comunidad, con el menor costo social”. (SNIP, 2001)

Acerca de la determinación de la localización óptima del proyecto, es necesario tomar en cuenta no sólo factores cuantitativos, como los costos de transporte de materia prima y del producto terminado, sino también los factores cualitativos, tales como apoyos fiscales, el clima, la actitud de la comunidad, y otros. Recordando que los análisis deben ser integrales, si se realizan desde un solo punto de vista conducirán a resultados poco satisfactorios.

El objetivo principal de la Micro localización “es llevar a la definición puntual del sitio del proyecto”. (SNIP, 2001)

- Macro localización lleva a la preselección de una o varias áreas de mayor conveniencia. (SNIP, 2001).
- Aforo de fuente de agua consiste en la operación de medición de caudal del agua es decir el volumen de agua que pasa en un tiempo determinado, en vez de “caudal” también se puede emplear los términos “gasto”, “descarga” y a nivel de campo “riesgos”. Es necesario medir la cantidad de agua de las fuentes, para saber la cantidad de población para la que se puede alcanzar.

Un diseño es el resultado final de un proceso, cuyo objetivo es buscar una solución idónea a cierta problemática particular, pero tratando en lo posible de ser práctico y a la vez estético en lo que se hace. Para poder llevar a cabo un buen diseño es necesario la aplicación de distintos métodos y técnicas de modo tal que pueda quedar plasmado bien sea en bosquejos, dibujos, bocetos o esquemas lo que se quiere lograr para así poder llegar a su producción y de este modo lograr la apariencia más idónea y emblemática posible. (Definición de Diseño, 2008)

Se define como fuentes de abastecimiento de agua “a un sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural relativamente densa, el agua potable”. Las fuentes de abastecimiento por lo general deben de ser permanentes y suficientes, cuando no son suficientes se busca la combinación de otras fuentes de abastecimiento para suplir la demanda o es necesario su regulación. En cuanto a su presentación en la naturaleza, pueden ser fuentes superficiales (ríos, lagos, mar) o subterráneas (acuíferos). (Angarita, s.f.)

Cuando se habla de Sistema de abastecimiento de agua potable, se define como el conjunto de tuberías, instalaciones y accesorios destinados a conducir las aguas requeridas bajo una población determinada para satisfacer sus necesidades, desde su lugar de existencia natural o fuente hasta el hogar de los usuarios. El sistema de abastecimiento de agua se clasifica dependiendo del tipo de usuario, el sistema se clasificará en urbano o rural. Los sistemas de abastecimientos rurales suelen ser sencillos y no cuentan en su mayoría con red de distribución, sino que utilizan Piletas Publicas o llaves para uso común en muchas oportunidades tienen como fuente las aguas subterráneas captadas mediante una bomba manual o hidráulica. (ENACAL, 2006)

Para determinar las Dotaciones de agua para el sector rural es necesario expresar la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de:

- Nivel de Servicio adoptado
- Factores geográficos
- Factores culturales
- Uso del agua.

a) Para Sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos públicos, se asignará un caudal de 30 a 40 litros por persona por día (lppd).

b) Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 litros por personas por día (lppd).

c) Para los pozos excavados a mano y pozos perforados se asignará una dotación de 20 a 30 litros por personas por día (lppd). (INAA, 1989)

Se entiende por Obras de captación “a la estructura que construimos para captar el agua de la fuente, puede ser un dique toma (captación abierta) o caja de captación (cerrada). De esta obra sale la línea de conducción hacia el resto de los elementos del acueducto”. (FISE, 2008)

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivo suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer la reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua. (BANCO MUNDIAL, 2012)

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

a) Volumen Compensador: El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.

b) Volumen de reserva El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20 % del consumo promedio diario.

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del consumo promedio diario. (INAA, 1989)

Para determinar los parámetros de diseño en los proyectos de abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema. (INAA, 1989)

- Para el cálculo del período de diseño para el abastecimiento de los componentes del Sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad.
- Qué elementos del sistema deben diseñarse por etapas
- Cuáles serán las previsiones que deben de considerarse para incorporar los nuevos elementos al sistema.

A continuación, se indican los períodos de diseños económicos de los elementos componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable. (ENACAL, 1989)

Tabla 1 Períodos de diseños de sistemas de abastecimiento.

Tipos de Componentes	Período de Diseño
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	15 años
Captaciones Superficiales y manantiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro Lento	20 años
Líneas de Conducción	15 años
Tanque de Almacenamiento	20 años
Red de Distribución	15 años

Fuente: ENACAL

Se entiende como línea de conducción a “la que transporta el agua desde la fuente de abastecimiento, y desde el tanque hasta la red de distribución o captación, hasta el tanque de almacenamiento. La construimos, generalmente de PVC-SDR26, excepto en tramos donde la tubería no se pueda enterrar o cruces aéreos de ríos y quebradas, en donde utilizamos tubos de hierro galvanizado”. (FISE, 2008)

El reservorio o embalse, en hidrografía, es una acumulación de agua producida por una obstrucción en el lecho de un río o arroyo que cierra parcial o totalmente su cauce. (FISE, 2008)

Sistema de cloración: Para desinfectar o clorar el agua instalamos en el tanque de almacenamiento un hipoclorador de carga constante.

Algunas fuentes de agua requieren de otros tipos de tratamiento que dependen de la calidad del agua en cada acueducto, por ejemplo: para eliminar el hierro se construyen sistemas de aireación”. (FISE, 2007)

Se entiende por Red de distribución “a un sistema de tuberías de PVC-SDR26, que permite distribuir el agua a los diversos puntos de consumo en la comunidad, los que pueden ser puestos públicos o puestos de patio”. (FISE, 2007)

Para el cálculo de las velocidades y presiones permisibles, se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías.

Los valores permisibles son los siguientes:

Velocidad mínima = 0.4 metros/ segundos (m/s)

Velocidad máxima = 2.0 metros/segundos (m/s)

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes:

- Presión Mínima: 5.0 metros
- Presión Máxima: 50.0 metros (INAA, 1989)

El tanque de almacenamiento es empleado para almacenar el agua y suplir la demanda de la población en las horas de mayor consumo, lo podemos construir de ladrillos, de bloques, de piedra, de plástico o de concreto reforzado. Se instala sobre el suelo o sobre tierra". (FISE, 2008)

Para realizar el tratamiento y desinfección, se debe operar o usar correctamente, de la siguiente manera:

- Desinfección del agua: El agua que consumimos la desinfectamos mediante la cloración. Este es un proceso que requiere mucho cuidado para que la dosis del desinfectante garantice agua segura para el consumo. (FISE, 2008)

Se entiende por tomas de agua "aquellos elementos del servicio del sistema por donde sale el agua para ser utilizada por las personas usuarias. Las tomas de agua se le conocen también como puestos de agua". Existen dos tipos de puestos de agua: a- Puesto domiciliar b- Puesto Público. (FISE, 2008)

A lo largo de todo el sistema se instalan ciertas piezas llamadas accesorios que son muy importantes para el funcionamiento del acueducto. Los más conocidos son: Llave de chorro, válvula de pase, válvula de limpieza, codos, adaptadores, reductores, válvula de flotador o de boya, Tees, uniones, medidores de agua, cajas protectoras de medidor. (FISE, 2008)

Acometidas se entiende al “enlace de la instalación general interior del inmueble con la tubería de la de distribución. Es la parte de la instalación que, tomando el agua de las tuberías de servicio de los ayuntamientos o compañías de abastecimiento público, la llevan al interior de los edificios”. (Acometida de agua potable, s.f.)

Las pérdidas en el sistema se definen como parte del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en cada uno de sus componentes. Esto se conoce con el nombre de fugas y/o desperdicio en el sistema. Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. En el caso de Nicaragua, el porcentaje se fijará en un 20 %.

El consumo promedio diario anual (CPDA) se determina como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del período de diseño, expresada en litros por segundo (l/s) y se determina mediante la siguiente relación:

$$CPD = \frac{Pf \times dotación (d)}{86400 \text{ s/día}}$$

Ecuación 1 Consumo promedio diario

Dónde:

CPD: Consumo promedio diario, litros/ segundos (l/s).

Pf: Población futura, habitantes (hab).

d: Dotación, litros/habitantes /día (l/hab/día).

Se define como consumo máximo diario (Qmd) y horario (Qmh) “como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año; mientras que el consumo máximo horario, se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo”.

Para el consumo máximo diario (Qmd) se considerará entre el 120% y 150% del consumo promedio diario anual (Qm), recomendándose el valor promedio de 130%.

En el caso del consumo máximo horario (Q_{mh}), se considerará como el 100% del promedio diario (Q_m). Para poblaciones concentradas o cercanas a las poblaciones urbanas se recomienda tomar valores no superiores a los 150%.

Los coeficientes recomendados y más utilizados son del 130% para el consumo máximo diario (Q_{md}) y del 150% para el consumo máximo horario (Q_{mh}). (Población de Diseño y Demanda de Agua, s.f.).

Se define como caudal máximo horario, el uso que cada individuo hace de la cantidad de agua que consume en el día no es constante a lo largo de las 24 horas del día, hay horarios en que se consume mucha agua, y otros en que no se consume casi. Esta variación se considera frecuentemente por medio de un factor que generalmente se denomina como K_2 . Este factor generalmente varía entre 1.5 y 2.2. (Definiciones usuales en Hidráulica, 1987)

Las características físicas del agua se clasifican de la siguiente manera:

a). El color en el agua puede ser de origen mineral o vegetal, causado por sustancias metálicas como el hierro o manganeso, materiales húmicos, taninos, algas, plantas acuáticas y protozoarios, o por residuos orgánicos o inorgánicos de industrias tales como: refinerías, pulpas de café y papel. La turbiedad en el agua es atribuida principalmente a las partículas sólidas en suspensión, que disminuye la claridad y reducen la transmisión de la luz en el medio, puede ser provocada por sustancias como hierro y zinc, plancton, algas y detritos orgánicos. La turbidez está muy ligada al color y reduce la eficiencia de la cloración.

b). Los términos olor y sabor generalmente se confunden, aunque ni el olor ni el sabor pueden ser directamente correlacionados con la seguridad sanitaria de una fuente de abastecimiento. Su presencia puede causar rechazo por parte del consumidor. Las principales causas se deben a:

- Descomposición de la materia orgánica.
- Algas y otros organismos microscópicos.
- Hierro manganeso y productos metálicos de la corrosión (Salud, 2000)

Las características químicas del agua son clasificadas según lo siguiente:

Potencial Hidrogeno, expresa la intensidad de las condiciones ácidas o básicas de una solución cualquiera mediante la concentración del ion hidrógeno. El Agua no tiene ácido ni álcali tiene un valor del pH igual a 7, al cual se le llama valor neutro del pH.

La adición de ácidos fuertes como el Ácido Sulfúrico o el clorhídrico bajan notablemente el valor del pH; Así un álcali aumenta el valor del pH sobre 7 dependiendo de la variación de la intensidad y de la cantidad de álcali que agregue.

En resumen, los valores del pH < de 7 indican acidez, 7 indica neutralidad y los valores de 7 hasta 14 indican alcalinidad. El pH se determina por el método del calorímetro y con el aparato llamado pHchímetro.

Alcalinidad, básicamente es la medida de la capacidad del agua para neutralizar acidez. La alcalinidad de las aguas naturales está dada en primer lugar por las sales de ácidos débiles, aunque pueden también contribuir las bases débiles o fuertes.

Cloruros, la forma más común de ocurrencia de los cloruros en el agua para el consumo humano es el cloruro de sodio o sal común. La presencia de cloruros en el agua se considera importante más por razones del gusto que le comunican que por motivos de salud.

Dureza, la presencia de cationes polivalentes, principalmente los cationes de calcio y de magnesio dan origen a la dureza de las aguas. No se ha encontrado ninguna correlación entre las aguas con alto contenido de dureza y daños al organismo.

Hierro y manganeso están muy frecuentemente ligados y son raras las aguas que los contienen independientemente. La presencia del Hierro en el agua produce mal sabor (amargo) y color rojizo, produce manchas en la ropa, aparatos sanitarios y se deposita en la red de distribución causando obstrucción y alteraciones en la turbiedad y el color. El Manganeso, produce los mismos efectos del hierro, además en los animales afecta

el crecimiento y formación de los huesos, reproducción y la sangre. En las ratas tiende a producir cirrosis en cantidades altas.

La presencia de nitrato no es extraña especialmente en agua de pozos que pueden recibir infiltraciones de tanques sépticos, ganadería, etc. (Salud, 2000)

Las características microbiológicas del agua en los sistemas de abastecimiento tienen una gran importancia desde el punto de vista sanitario por los múltiples efectos negativos que pueden causar en la salud de los consumidores de agua. Se incluyen en este grupo, todos los organismos vivos desde los microscópicos hasta organismos mayores. Estas son las bacterias, algas, hongos y protozoos; los cuales son capaces de causar graves enfermedades de tipo intestinal tales como el cólera, tifoidea, disentería, hepatitis infecciosa etc., por lo que es importante tener control de la existencia y proliferación de estos organismos en el agua de consumo. (Salud, 2000)

El desarenador “es una estructura diseñada para retener la arena que traen las aguas servidas o las aguas superficiales a fin de evitar que ingresen al canal de aducción, a la central hidroeléctrica o al proceso de tratamiento y lo obstaculicen creando serios problemas”.

En la evaluación socio económica se “busca evaluar los costos y las ganancias de un proyecto desde la perspectiva de la sociedad como un todo. Se asume que la realización de un proyecto ayudará al desarrollo de la economía y que su contribución social justifica el uso de los recursos que necesitará. En consecuencia, el análisis económico considera la valoración de los costos y beneficios sociales del proyecto; así como el uso de métodos estimativos de precios-sombra cuando los costos y beneficios difieren de los precios de mercado; y la valoración fuera del mercado y la transferencia de beneficios, para precios de bienes y servicios que no tienen precios de mercado directos”. (Banco Mundial, 2016).

En el sentido económico, una inversión es interpretada “como una colocación de capital para obtener una ganancia futura. Esta colocación supone una elección que resigna un beneficio inmediato por un futuro, por lo general improbable”.

Una inversión contempla tres variables: el rendimiento esperado (cuánto se espera ganar), el riesgo aceptado (qué probabilidad hay de obtener la ganancia esperada) y el horizonte temporal (cuándo se obtendrá la ganancia). (Perez, 2009)

Los activos fijos “son aquellos que no varían durante el ciclo de explotación de la empresa (o el año fiscal). Por ejemplo, el edificio donde una fábrica monta sus productos es un activo fijo porque permanece en la empresa durante todo el proceso de producción y venta de los productos” (Definición de Activos fijos, 2016).

Los activos intangibles son bienes que posee la empresa y que no pueden ser percibidos físicamente. Sin embargo, se consideran activos porque ayudan a que la empresa produzca un rendimiento económico a través de ellos. Ejemplos de activos intangibles pueden ser el valor de marca, el conocimiento de metodologías de trabajo, las patentes. (Activo intangible, 2016)

El capital de trabajo, como su nombre lo indica es el fondo económico que utiliza la empresa para seguir reinvertiendo y logrando utilidades para así mantener la operación corriente del negocio.

La tasa social de descuento (TSD), mide la tasa a la cual una sociedad está dispuesta a cambiar consumo presente por consumo futuro o, dicho de otra manera, el patrón de consumo ahorro de una sociedad en cada momento; lo cual no es otra cosa que el valor tiempo que le asigna la sociedad a la postergación. Esta es la razón por la cual toma relevancia la tasa social en la evaluación de proyectos del sector público, sobre todo cuando se están evaluando proyectos cuyos beneficios afectan a toda la sociedad, como es el caso de proyectos generadores de bienes públicos, y cuando los

proyectos arrojan resultados que se extienden por muchos períodos y, por tanto, afectan a más de una generación. (Restrepo, 2006)

Se define al flujo neto efectivo (FNE), “como la diferencia entre los ingresos netos y los desembolsos netos, descontados a la fecha de aprobación de un proyecto de inversión con la técnica de “Valor Presente”.

Se entiende como flujo neto efectivo “la diferencia entre los ingresos netos y los desembolsos netos, descontados a la fecha de aprobación de un proyecto de inversión con la técnica de “valor presente”.

Se entiende por beneficiarios de un proyecto son las personas que obtendrán algún tipo de beneficio de la implementación del mismo. Se pueden identificar dos tipos de beneficiarios: Directos e indirectos.

Los beneficiarios directos son aquéllos que participarán directamente en el proyecto, y, por consiguiente, se beneficiarán de su implementación. Así, las personas que estarán empleadas en el proyecto, que los suplen con materia prima u otros bienes y servicios, o que usarán de alguna manera el producto del proyecto se pueden categorizar como beneficiarios directos.

Los beneficiarios indirectos son, con frecuencia, pero no siempre, las personas que viven al interior de la zona de influencia del proyecto.

En la evaluación financiera “puede considerarse como aquel ejercicio teórico mediante el cual se intentan identificar, valorar y comparar entre sí los costos y beneficios asociados a determinadas alternativas de proyecto con la finalidad de coadyuvar a decidir la más conveniente”.

Tasa interna de retorno (TIR) se define “como la tasa de descuento o tasa de rentabilidad mínima atractiva, es la que sirve para comparar año por año el valor presente de los ingresos y egresos”.

La Inversión se considera rentable cuando r sea mayor que la rentabilidad mínima que le exijamos a la inversión. Y la rechazaríamos cuando fuese inferior.

$Tir > trema$ – proyecto rentable

$Tir = trema$ –proyecto rentable mínimo

$Tir < trema$ – proyecto no es rentable (Dumrauf, Cálculo Financiero, 2006)

El valor actual neto (VAN) “es un método de valoración de inversiones en la que partimos de la rentabilidad mínima que queremos obtener (i). Con esta rentabilidad mínima calcularemos el valor actualizado de los flujos de caja (diferencia entre cobros y pagos) de la operación. Si es mayor que el desembolso inicial la inversión es aceptable”.

La inversión se considera rentable cuando su VAN es mayor que cero. Si el VAN es menor que cero la inversión sería rechazada. Además, daremos preferencia a aquellas inversiones cuyo VAN sea más elevado.

$Van > 0$ el proyecto es aceptable.

$Van = 0$ es indiferente

$Van < 0$ el proyecto se rechaza. (Dumrauf, Cálculo Financiero, 2006)

Tasa de rendimiento mínima aceptada (TREMA) se define “Tasa de rendimiento mínima aceptada, debo de incluir la tasa de inflación (promedio 5% anual), con esto se dice que cuando menos se debe de recuperar lo perdido por la inflación, la tasa de interés de un banco elegir la que nos dé más de rendimiento (1%). Riesgo de la empresa, en función al riesgo de la empresa para ver la tasa que te va a poner el banco (3%). Tasa de riesgo o el rendimiento mínimo de inversión, cuanto es lo que te gustaría tener de ganancia por hacer una inversión (5%). TREMA 14% A MAYOR TREMA MAYOR”. (Dumrauf, Cálculo Financiero, 2006)

CAPÍTULO II: DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL.

2.1. Límites, localización y acceso

2.1.1. Macro localización

El municipio de Telpaneca perteneciente a el departamento de Madriz, limita al norte con los municipios de Ciudad Antigua y El Jícaro, al sur con los municipios de San Sebastián de Yalí y Condega, al este con el municipio de San Juan de Río Coco y al oeste con los municipios de Palacagüina y Totogalpa. La cabecera municipal de Telpaneca se encuentra a una distancia de 218 kilómetros (kms) de Managua, capital de la república de Nicaragua. El tramo desde la capital esta pavimentada hasta el municipio de Palacagüina y luego adoquinado hasta llegar a la cabecera municipal.

Mapa 1 Macro localización.



Fuente: Google Maps.

2.1.2. Micro localización

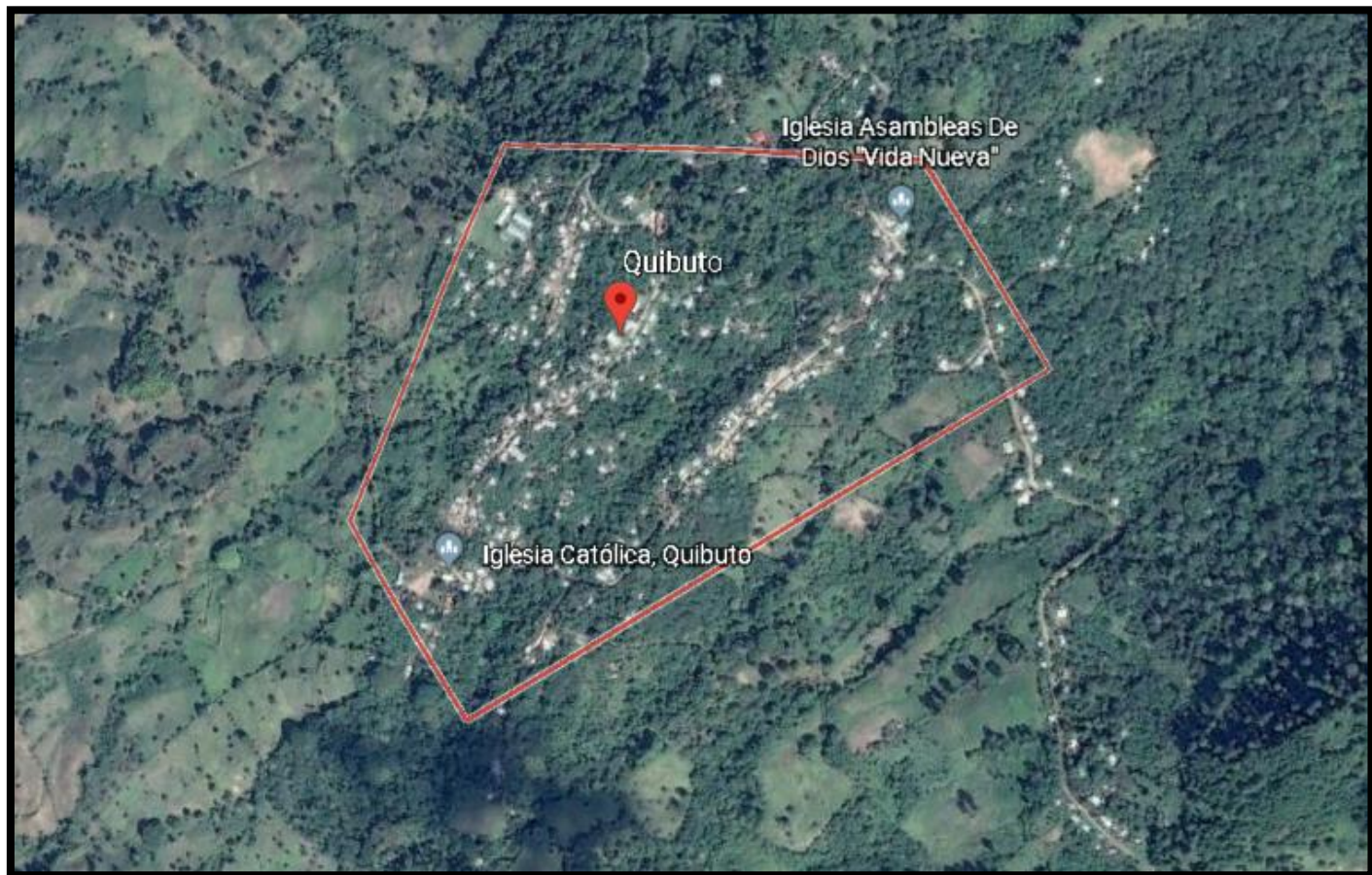
La comunidad El Quibuto limita al norte con la comunidad El Portal, al este con la comunidad Las Vegas, al sur con la comunidad Altagracia y al oeste con la comunidad Namaslí, está ubicada en el municipio de Telpaneca la cual se encuentra a unos 279 kilómetros de la capital, y de la cabecera municipal se encuentra a 20 kilómetros.

Se ubica en las coordenadas longitud $13^{\circ}29'84''$ y latitud $86^{\circ}12'04''$ (UTM X= 0586467E, Y= 1491772 N).

El municipio de Telpaneca cuenta con una extensión territorial de 353 kilómetros cuadrados (km²), además se subdivide en 9 microrregiones, de entre las cuales en la microrregión número 7 se encuentra la comunidad de El Quibuto.

El acceso a la comunidad es a través de un camino de adoquinado proveniente desde la cabecera municipal.

Mapa 2 Micro localización



Fuente: Google Earth.

2.2. Descripción de las características físicas y climatológicas de la zona en estudio.

2.2.1. Relieve

Topográficamente el territorio se considera en su totalidad irregular y quebrado con elevaciones que van desde los 500 a 1,500 metros sobre el nivel del mar (msnm) aproximadamente, sobresaliendo algunas alturas como son los siguientes cerros: El Malacate con 1,490 msnm, Santo Domingo 1,348 msnm y El Picacho con 1,343 msnm.

2.2.2. Clima

El clima de la zona está determinado por INETER como tropical seco, tornándose un tanto húmedo en las partes elevadas y montañosas, la temperatura oscila entre los 23 grados centígrados (°C) y 32 °C; presentándose las más elevadas en los meses de febrero a julio y las más bajas de agosto a enero.

2.2.3. Pluviosidad

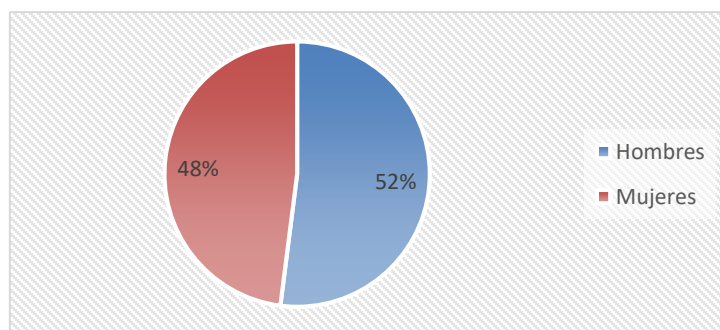
El Quibuto se caracteriza por tener una buena precipitación durante todo el año, en promedio anual varía entre los 1,200 y 1,400 milímetros (mm).

2.3. Características socio-económicas.

Para tener una mejor visión de la calidad de vida y proyección de la población se aplicó un *censo poblacional* en todas las propiedades de la comunidad; de la cual se recopiló datos generales como género, edades, actividades socio-económicas predominantes, ingreso económico entre otros, a continuación, se mostrarán los resultados obtenidos.

Actualmente la población es de 1,236 habitantes en un total de 331 viviendas, de los cuales 593 son mujeres, 643 son hombres.

Gráfico 1 Distribución Poblacional

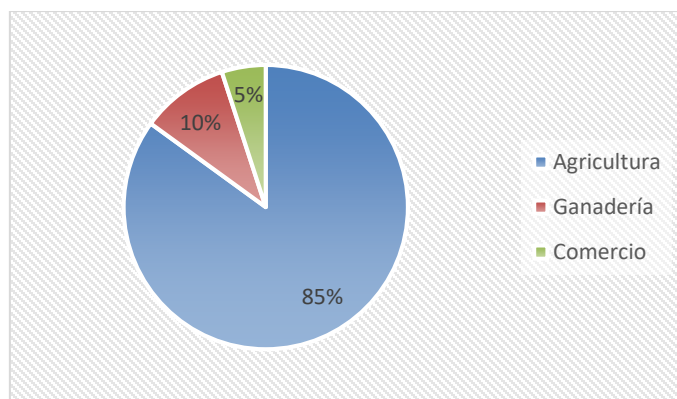


Fuente: Elaboración propia.

2.3.1. Actividades económicas

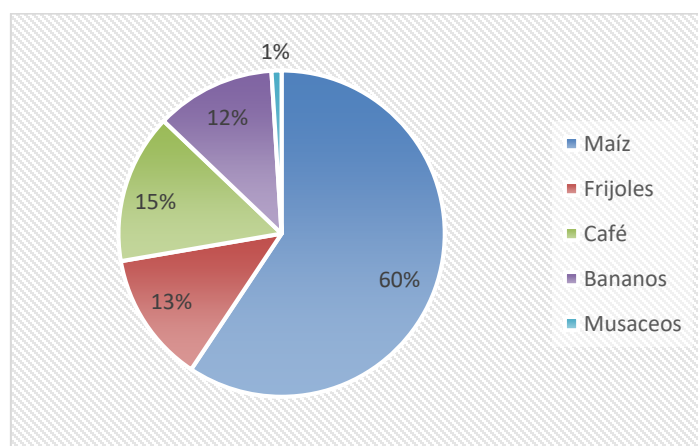
Las actividades económicas predominantes en el municipio son la agricultura, la ganadería y el comercio, la primera siendo la más importante caracterizándose por el cultivo de granos básicos tales como: maíz, frijoles, café, banano y musáceas.

Gráfico 2 Actividades Económicas



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3 Distribución Agrícola



Fuente: Elaboración Propia

Los pobladores son productores y comerciantes informales que no cuentan con un ingreso estable. Cabe destacar que el municipio de Telpaneca es vía de comercialización entre los municipios de Palacagüina y San Juan de Río Coco.

2.3.2. Equipamiento social

Educación

En la comunidad existe un centro de educación (Escuela José de la Cruz Mena) administrado por el Ministerio de Educación (MINED), comprende desde el nivel preescolar en turno matutino, primaria en turno matutino y secundaria en turno vespertino.

Salud

El municipio de Telpaneca cuenta con un centro de salud en el área urbana y con puestos emergentes en cada comarca. La problemática de salud en la población de esta comunidad se expresa por la escasez de medicamentos y personal médico en dicho centro asistencial.

En la comunidad de El Quibuto existe un puesto de salud realizando atenciones básicas: diarreas, enfermedades respiratorias, malaria y parásitos, las cuales constituyen las enfermedades más comunes que se presentan en esta comunidad.

Vías de acceso

La comunidad El Quibuto tiene una vía de acceso única, que conecta desde la cabecera municipal hasta la comunidad por una calle adoquinada que se extiende por 20 kms.

Agua y Saneamiento

Actualmente existe un Mini Acueducto por Gravedad (MAG) en mal estado.

Agua potable

Las 331 familias hacen uso de conexiones de patio de un MAG que posee la comunidad configurado bajo el esquema: Fuente, Filtro, Almacenamiento, Red. Las fuentes de captación de este MAG presentan deficiencia de caudal para cubrir la demanda de la población, en cuanto a la tubería instalada la situación de abastecimiento se ve mayormente afectada por la inadecuada instalación de tubería y la cantidad de fugas existentes en las tuberías de conducción y distribución instalada a poca profundidad (30 o 60 cm) y expuesta en la mayor parte de su trayectoria por lo que el agua no llega al punto de acometida.

Sistemas de saneamiento

En cuanto al saneamiento existente, se conoce que del total de viviendas (331), 61 carecen totalmente de letrinas, cabe destacar que 105 letrinas de las existentes las reportan en mal estado, 81 en estado regular y las restantes 84 en buen estado.

Con referencia al mismo aporte, en relación al manejo de aguas grises, el 71% de las familias afirma regar el agua en sus patios, 12% la deja de correr en patios o caminos y el 5% de las familias afirman tener charcas en sus patios.

2.4. Cálculo de la tasa de crecimiento poblacional

Para la determinación de la tasa de crecimiento poblacional se tomaron en cuenta los datos obtenidos del censo poblacional realizado en 2012 por Alcaldía Municipal, específicamente por el Área de Planificación de proyectos, y la encuesta realizada por este estudio, aplicada en el año 2019. Los datos de estas se resumen en las siguientes tablas:

Tabla 2 Estudio poblacional y tasa de crecimiento

Población del Año 2012		Población del Año 2019	
Número de Familias	265	Total de Familias	331
Total de Habitantes	1080	Total de Habitantes	1236
Total de niños (as) ≤ 15ã	393	Total de niños (as) ≤ 15ã	342
Total de Viviendas	244	Total de Viviendas	331

Fuente: Elaboración Propia

Con los datos anteriores se trabajó la tasa de crecimiento haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$r = \left(\left(\frac{Pn}{Po} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right) * 100$$

Ecuación 2 Tasa de crecimiento poblacional

En dónde;

$$r = \left(\left(\frac{1236}{1080} \right)^{\frac{1}{7}} - 1 \right) * 100 = 1.95\%$$

La tasa de crecimiento *no* cumple con la establecida en la Norma de abastecimiento rural INAA, por lo tanto se recomienda utilizar una tasa de 2,5%, para la determinación de la población de diseño; esto debido a que según norma del INAA las tasas de crecimiento deben variar entre los 2,5% como mínimo y 4% máximo, dado que el valor obtenido en la comunidad está por debajo del mínimo usaremos este para la proyección de población a servir. (INAA, 1989).

2.4.1. Proyección de la población.

Según los datos anteriores y haciendo uso de la siguiente ecuación, la población demandante proyectada se calcula de la siguiente manera y se muestra en la tabla posterior:

$$Pn = Po (1 + r)^n$$

Ecuación 3 Proyección poblacional

Dónde:

P_n = Población del año “n”

P_o = Población al inicio del período de diseño

r = Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.

n = Número de años que comprende el período de diseño.

Tabla 3 Población proyectada.

AÑO	Población
0	1,236
1	1,267
2	1,299
3	1,331
4	1,364
5	1,398
6	1,433
7	1,469
8	1,506
9	1,544
10	1,582
11	1,622
12	1,662
13	1,704
14	1,746
15	1,790
16	1,835
17	1,881
18	1,928
19	1,976
20	2,025

CAPITULO III: ESTUDIO TÉCNICO

3.1. Dotación y población a servir.

3.1.1. Periodo de diseño

En los diseños de proyectos de abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito de:

- Determinar que períodos de estos componentes del sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad.
- Qué elementos del sistema deben diseñarse por etapas
- Cuáles serán las previsiones que deben de considerarse para incorporar los nuevos elementos al sistema.

A continuación, se indican los períodos de diseños económicos de los elementos componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.

Tabla 4 Períodos de diseños

Tipos de Componentes	Período de diseño
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	15 años
Captaciones superficiales y manantiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro Lento	20 años
Líneas de Conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

Fuente: INAA

De acuerdo a lo anterior se establece un periodo de diseño para la propuesta a realizar una vida útil de 20 años.

3.1.2. Consumo poblacional

Según las NORMAS “DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MEDIO RURAL” (NTON 09001-99), CAPITULO III: DOTACION Y POBLACION A SERVIR... “para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 litros por persona por día (lppd)”, por lo tanto se estima conveniente que se utilice una dotación de 60 lppd, utilizando el máximo criterio.

3.1.3. Variaciones de consumo

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución. Teniendo una dotación de agua y población de diseño se realiza en cálculo para determinar estas variaciones haciendo uso de la siguiente ecuación.

$$\text{Consumo Promedio Diario (CPD)} = \frac{\text{Dotacion} * \text{Poblacion de diseño}}{86400} (\text{lps})$$

Ecuación 4 Consumo Promedio Diario

3.1.4. Pérdidas en el sistema

Cuando se proyectan sistemas de abastecimiento de agua potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua perdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%.

$$H_f = 20\% * CPD$$

Ecuación 5 Cálculo de pérdidas en el sistema

$$\text{Consumo máximo día (CMD)} = 1.5 * CPD (\text{Consumo promedio diario}) + H_f$$

Ecuación 6 Consumo máximo día

$$\text{Consumo máximo hora (CMH)} = 2.5 * CPD (\text{Consumo promedio diario}) + H_f$$

Ecuación 7 Consumo máximo hora

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc.

Estos valores son los siguientes:

Tabla 5 Variaciones de consumo

Año	Pn	Dot (lppd)	Consumo Promedio Diario			Perdidas 20%			Consumo máximo día			Consumo máximo hora			Consumo Promedio Diario Total		
			lps	gpm	lpd	lps	gpm	lpd	lps	gpm	lpd	lps	gpm	lpd	lps	gpm	lpd
0	1,236	60	0.858	13.60	74,160	0.172	2.721	14,832	1.459	23.13	126,072	2.146	36.73	200,232	1.030	16.33	88,992
1	1,267	60	0.880	13.94	76,014	0.176	2.789	15,203	1.496	23.71	129,224	2.199	37.65	205,238	1.056	16.73	91,217
2	1,299	60	0.902	14.29	77,914	0.180	2.859	15,583	1.533	24.30	132,454	2.254	38.59	210,369	1.082	17.15	93,497
3	1,331	60	0.924	14.65	79,862	0.185	2.930	15,972	1.571	24.91	135,766	2.311	39.56	215,628	1.109	17.58	95,835
4	1,364	60	0.947	15.02	81,859	0.189	3.003	16,372	1.611	25.53	139,160	2.369	40.55	221,019	1.137	18.02	98,231
5	1,398	60	0.971	15.39	83,905	0.194	3.079	16,781	1.651	26.17	142,639	2.428	41.56	226,544	1.165	18.47	100,686
6	1,433	60	0.995	15.78	86,003	0.199	3.155	17,201	1.692	26.82	146,205	2.489	42.60	232,208	1.194	18.93	103,203
7	1,469	60	1.020	16.17	88,153	0.204	3.234	17,631	1.734	27.49	149,860	2.551	43.66	238,013	1.224	19.41	105,784
8	1,506	60	1.046	16.58	90,357	0.209	3.315	18,071	1.778	28.18	153,606	2.614	44.76	243,963	1.255	19.89	108,428
9	1,544	60	1.072	16.99	92,616	0.214	3.398	18,523	1.822	28.88	157,447	2.680	45.87	250,062	1.286	20.39	111,139
10	1,582	60	1.099	17.42	94,931	0.220	3.483	18,986	1.868	29.61	161,383	2.747	47.02	256,314	1.318	20.90	113,917
11	1,622	60	1.126	17.85	97,304	0.225	3.570	19,461	1.915	30.35	165,417	2.816	48.20	262,722	1.351	21.42	116,765
12	1,662	60	1.154	18.30	99,737	0.231	3.659	19,947	1.962	31.10	169,553	2.886	49.40	269,290	1.385	21.96	119,684
13	1,704	60	1.183	18.75	102,230	0.237	3.751	20,446	2.011	31.88	173,792	2.958	50.64	276,022	1.420	22.51	122,676
14	1,746	60	1.213	19.22	104,786	0.243	3.845	20,957	2.062	32.68	178,136	3.032	51.90	282,923	1.455	23.07	125,743
15	1,790	60	1.243	19.70	107,406	0.249	3.941	21,481	2.113	33.50	182,590	3.108	53.20	289,996	1.492	23.64	128,887
16	1,835	60	1.274	20.20	110,091	0.255	4.039	22,018	2.166	34.33	187,155	3.186	54.53	297,246	1.529	24.24	132,109
17	1,881	60	1.306	20.70	112,843	0.261	4.140	22,569	2.220	35.19	191,833	3.265	55.89	304,677	1.567	24.84	135,412
18	1,928	60	1.339	21.22	115,664	0.268	4.244	23,133	2.276	36.07	196,629	3.347	57.29	312,294	1.606	25.46	138,797
19	1,976	60	1.372	21.75	118,556	0.274	4.350	23,711	2.333	36.97	201,545	3.430	58.72	320,101	1.647	26.10	142,267
20	2,025	60	1.406	22.29	121,520	0.281	4.459	24,304	2.391	37.90	206,584	3.516	60.19	328,103	1.688	26.75	145,824

Fuente: Elaboración Propia

3.2. Fuentes de abastecimiento

Para abastecer la demanda del vital líquido a la comunidad se propuso analizar como fuente a la quebrada “Las Vegas” localizada en las coordenadas X: 588498, Y: 1491184 y a una elevación de 1,087 msnm y a una distancia de aproximadamente 3 km de la comunidad.

3.2.1. Aforo

La fuente fue aforada el 5 de septiembre del 2018 por medio del método de *vertedero ahogado*, determinándose un caudal en período lluvioso de 251.431 lps. (Litros por segundo), para lo cual se ha considerado una oferta en período de estiaje y caudal ecológico de 4 lps. Es decir 63.48 galones por minuto (gpm) lo que sobre pasa la demanda de la población más perdidas del periodo de diseño en el año veinte.

3.2.2. Calidad del agua

Se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua. Es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una necesidad humana.

Para que el agua sea potable, es decir para que se pueda consumir, según INAA debe ser: limpia, pulcra, inodora, insípida, sin partículas que la hagan turbia; además debe tener minerales, tales como sodio, yodo, cloro, en las cantidades adecuadas y cumplir con los siguientes parámetros:

Tabla 6 Análisis físico químico para potabilidad

Parámetro	Unidad	Resultados	Valor recomendado	Valor máx. Admisible
Temperatura	°C	25	18 a 30	
Iones hidrógeno	valor pH	7.24	6.5-8.5	
Cloro residual	mg/l		0.5-1.0	
Cloruros	mg/l		25	250
Conductividad	us/cm	148.0	400	-
Dureza	mg/l CaCO ₃	55.0	400	-
Sulfato	mg/l	2.26	25	250
Aluminio	mg/l		-	0.2
Calcio	mg/l CaCO ₃	39.50	100	-
Cobre	mg/l		1	2.0
Magnesio	mg/l CaCO ₃	3.77	30	50
Sodio	mg/l	5.70	25	200
Potasio	mg/l	3.35		10
Sol. Tot. Dis.	mg/l	83.0		1000
Zinc	mg/l			3.0

Fuente: INAA

Tabla 7 Parámetros bacteriológicos

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor max. Admisible
Agua distribuida por tuberías:			
Aguas cometidas a tratamiento que entra en el sistema de distribución			
Bacterias coliformes fecales	NMP/100 ml	0	Tubería UTN para la desinfección con el cloro es preferible un pH igual a 8.0 con 0.2 a 0.5 mg/l de cloro residual libre después del contacto durante 30 min (tiempo mínimo)
Bacterias coliformes	NMP/100ml	0	
Agua no sometida a tratamiento que entra en el sistema de distribución			
Bacterias coliformes fecales	NMP/100 ml	0	En el 98% de las muestras examinadas durante el año, cuando se trata de grandes sistemas de abastecimiento y se examinan suficientes muestras.
Bacterias coliformes	NMP/100 ml	0	
Bacterias coliformes fecales	NMP/100 ml	3	

Fuente: INAA

Tabla 8 Parámetros Organolépticos

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máx. admisible
Color verdadero	mg/l (pt-Co)	1	15
Turbiedad	UNT	1	5
Olor	Factor dilución	0	2 a 12 °C
			3 a 25 °C
Sabor	Factor dilución	0	2 a 12 °C
			3 a 25 °C

Fuente: INAA

Como resultado de dicho análisis se propone que en el sistema deben incluirse métodos de desinfección.

3.2.3. Tratamiento

Los resultados de los análisis físicos químicos, metales pesados y análisis bacteriológicos, obtenidos en la muestra tomada en la corriente de la quebrada Las Vegas, indica que el recurso hídrico propuesto corresponde a la categoría aguas suaves; aguas que pueden ser acondicionadas por medio de tratamiento filtro presurizado, utilizando como medio filtrante zeolita, seguido de carbón activado y cloración en línea, para tratamiento del hierro se recomienda una cloración en la sarta de bombeo con el fin de garantizar agua potable para la comunidad El Quibuto.

3.2.4. Cloración

La cloración de los abastecimientos públicos de agua representa uno de los procesos principales en la obtención de agua de calidad. El proceso de desinfección será tan efectivo como lo sea el control que se ejerza para el aseguramiento de la continua cloración y aplicaciones de cantidades proporcionales al gasto. La desinfección significa una disminución de la población de bacterias hasta una concentración inocua para el consumo humano.

Para determinar el volumen de cloro que se aplicará en la desinfección se hará uso de la siguiente formula:

$$Vc = CMD * \frac{d}{1000}$$

Ecuación 8 Volumen de cloro

Donde:

Vc=Volumen de cloro a agregar para la desinfección en gr/día

CMD= consumo de máximo día en lts/día

d= dosis de cloro (1.3) mg/l

Hipoclorito de calcio

Para calcular el volumen adecuado para la desinfección del agua, se toma una concentración comercial estimada de 70% de cloro en hipoclorito de calcio.

$$V_{hipoclorito} = \frac{V_c}{70\%}$$

Ecuación 9 Hipoclorito de calcio

Volumen de solución

Para el volumen de solución de cloro que se debe agregar al agua apoyada de la norma la concentración mínima de solución es de 1% de cloro por lo tanto:

$$V_{solución} = \frac{V_c * 1000}{1000 * (1\% * 100)}$$

Ecuación 10 Volumen de la solución

Gastos por goteo del hipoclorador

El hipoclorador funciona por sistema de goteo; por tanto el gasto se calcula en gotas por minuto, usando un gotero de 20gtt por cc.

$$Gastos = \frac{V_{solución} * 20000}{1440}$$

Ecuación 11 Gasto por goteo del hipoclorador

Tabla 9 Dosificaciones de cloro

Año	CMD (lpd)	Dosis Diaria (gr/d)	Hipoclorador de calcio concentración 70%		Vol. Solución concentración 1%		Vol. Solución concentración 12%		
			gr/d	gr/mes	lt/d	gotas/min	lts/d	lt/mes	gotas/min
0	126072	163.89	234.1	7121.6	16.39	228	1.37	41.54	19
1	129224	167.99	240.0	7299.6	16.80	233	1.40	42.58	19
2	132454	172.19	246.0	7482.1	17.22	239	1.43	43.65	20
3	135766	176.50	252.1	7669.1	17.65	245	1.47	44.74	20
4	139160	180.91	258.4	7860.9	18.09	251	1.51	45.86	21
5	142639	185.43	264.9	8057.4	18.54	258	1.55	47.00	21
6	146205	190.07	271.5	8258.8	19.01	264	1.58	48.18	22
7	149860	194.82	278.3	8465.3	19.48	271	1.62	49.38	23
8	153606	199.69	285.3	8676.9	19.97	277	1.66	50.62	23
9	157447	204.68	292.4	8893.9	20.47	284	1.71	51.88	24
10	161383	209.80	299.7	9116.2	20.98	291	1.75	53.18	24
11	165417	215.04	307.2	9344.1	21.50	299	1.79	54.51	25
12	169553	220.42	314.9	9577.7	22.04	306	1.84	55.87	26
13	173792	225.93	322.8	9817.2	22.59	314	1.88	57.27	26
14	178136	231.58	330.8	10062.6	23.16	322	1.93	58.70	27
15	182590	237.37	339.1	10314.2	23.74	330	1.98	60.17	27
16	187155	243.30	347.6	10572.0	24.33	338	2.03	61.67	28
17	191833	249.38	356.3	10836.3	24.94	346	2.08	63.21	29
18	196629	255.62	365.2	11107.2	25.56	355	2.13	64.79	30
19	201545	262.01	374.3	11384.9	26.20	364	2.18	66.41	30
20	206584	268.56	383.7	11669.5	26.86	373	2.24	68.07	31

Fuente: Elaboración propia

3.3. Diseño

3.3.1. Obra de captación

La obra de captación propuesta consiste en la construcción de un dique de concreto ciclópeo con toma lateral (caja de concreto reforzado), un desarenador y cárcamo de bombeo, se instalará una bomba para impulsar el agua desde el cárcamo hacia el tanque de almacenamiento.

- Dique de concreto ciclópeo:

Largo: 5.70 metros (m) y dos alatones de 2.20 m y 1.00 m respectivamente

Ancho variable: 0.40m a 0.60m

Alto: 0.75 m

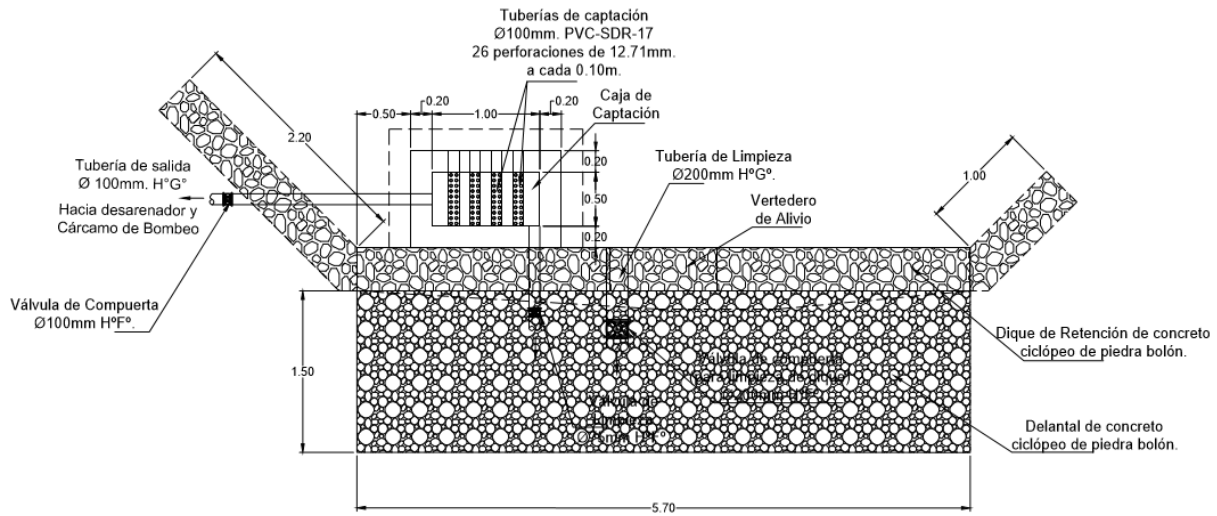
- Caja de concreto (Toma lateral)

Largo: 1.00 m (dimensión interna)

Ancho: 0.50m (dimensión interna)

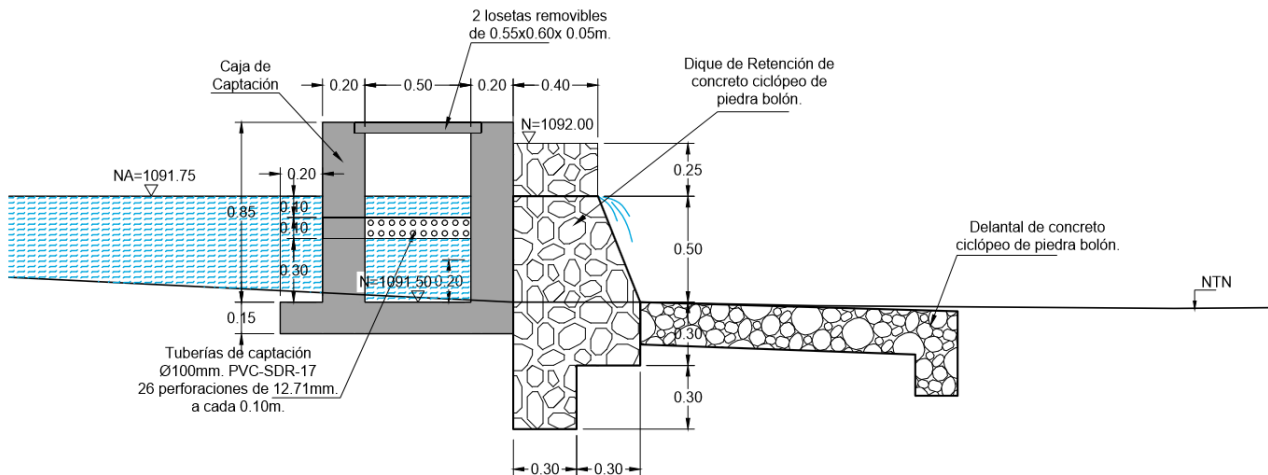
Espesor: 0.20 m

Ilustración 1 Vista en planta obra de captación



PLANTA DE CAPTACIÓN
Escala= 1:40

Ilustración 2 Sección transversal de obra de captación



SECCIÓN TRANSVERSAL DE OBRA DE CAPTACIÓN
Escala= 1:25

- Desarenador de concreto reforzado

Largo: 1.50m (dimensión interna)

Ancho: 0.50 m (dimensión interna)

Alto: 1.15 m

Espesor: 0.20m

Ilustración 3 Sección longitudinal desarenador

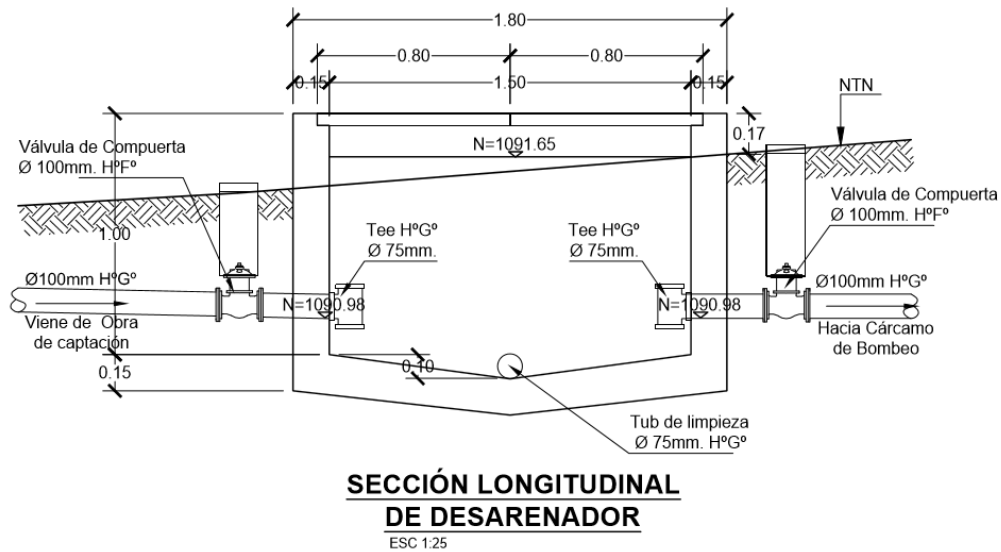
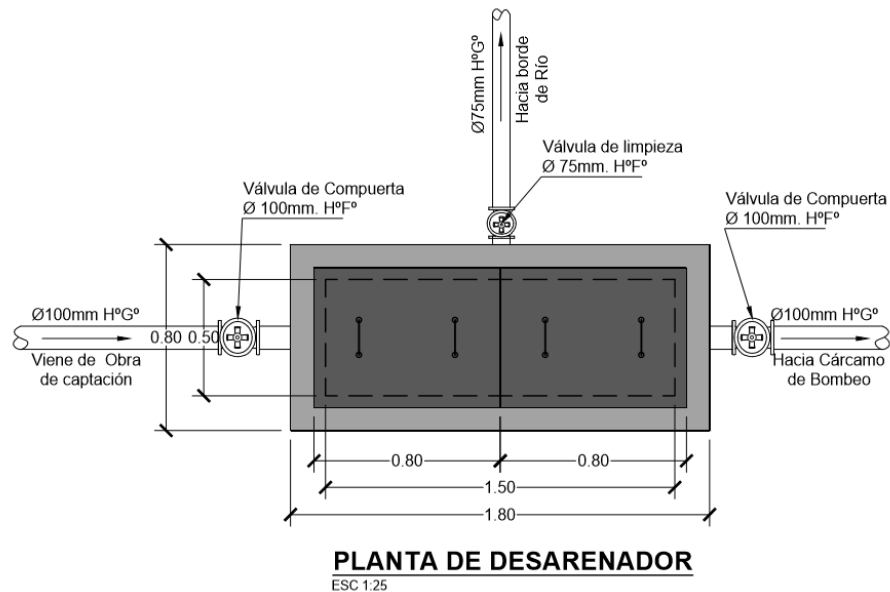


Ilustración 4 Vista en planta de desarenador



- Largo: 3.80 m (dimensión interna)
Ancho: 1.80 m (dimensión interna)
Alto: 2.85m
Espesor: 0.20 m

SECCIÓN DE CÁRCAMO DE BOMBEO Y SARTA DE EQUIPO DE BOMBEO

ESC: 1:40

ACCESORIOS DE SARTA

1	Codo H ^{FG} 90° Ø50mm.
2	Unión dresser H ^{FG} Ø50mm.
3	Válvula de aire Ø19mm. H ^{FG}
4	Manómetro 150 PSI
5	Medidor maestro Ø50mm
6	Válvula de no retorno Ø50mm. H ^{FG}
7	Cruz Ø 50x50mm. H ^{FG}
8	Válvula de Limpieza Ø50mm. H ^{FG}
9	Válvula de Alivio Ø50mm. H ^{FG}
10	Válvula de Pase Ø50mm. H ^{FG}
11	Codo 45°x50mm. H ^{FG}
12	Reductor 75x50mm. PVC

3.3.2. Filtro

La filtración es una operación unitaria de gran importancia dentro de un sistema de tratamiento y acondicionamiento de aguas. Generalmente la filtración se efectúa después de la separación de la mayoría de los sólidos suspendidos por sedimentación, aunque dependiendo de las características del agua, es posible que esta entre directamente a la etapa de filtración, sin ser sedimentada previamente.

Esto puede presentarse dependiendo de la cantidad y naturaleza de los sólidos en suspensión. Si la cantidad de sólidos suspendidos no es muy grande puede pasarse directamente a la etapa de filtración. Si la concentración de sólidos suspendidos en el agua a tratar es muy alta y se pasa directamente a la filtración, el filtro se satura rápidamente y es necesaria su limpieza con mucha mayor frecuencia, ya que los ciclos de filtración son de poca duración. Si previamente se separan los sólidos sedimentables, la carga en el filtro disminuye, y se tiene una mejor operación y un proceso de remoción de sólidos suspendidos más eficiente.

El método seleccionado en este proyecto es por medio de *filtro presurizado* ubicado en el predio del tanque de almacenamiento en las coordenadas UTM: X=1869404.25 Y=1000602.36 a una altitud de 1,113.50 msnm. Ubicado en la comunidad Las Vegas a 1171m de la comunidad El Quibuto. El sistema de tratamiento cual consiste en filtración multimedia de profundidad con medio filtrante zeolita (MICRO-Z) a baja velocidad para reducir turbidez y sólidos suspendidos + carbón activado granular + arena soporte.

Ilustración 7 Corte transversal y vista superior del filtro.

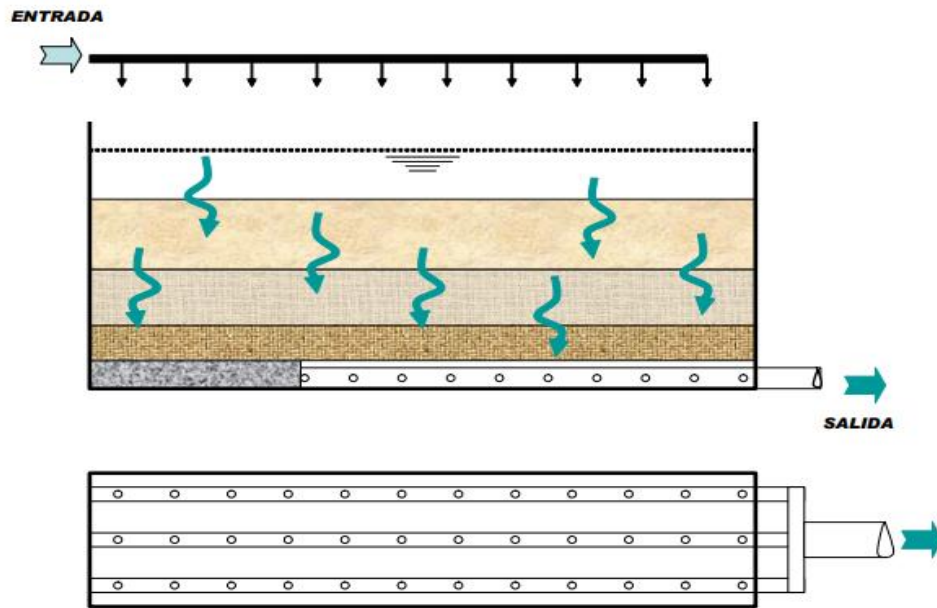
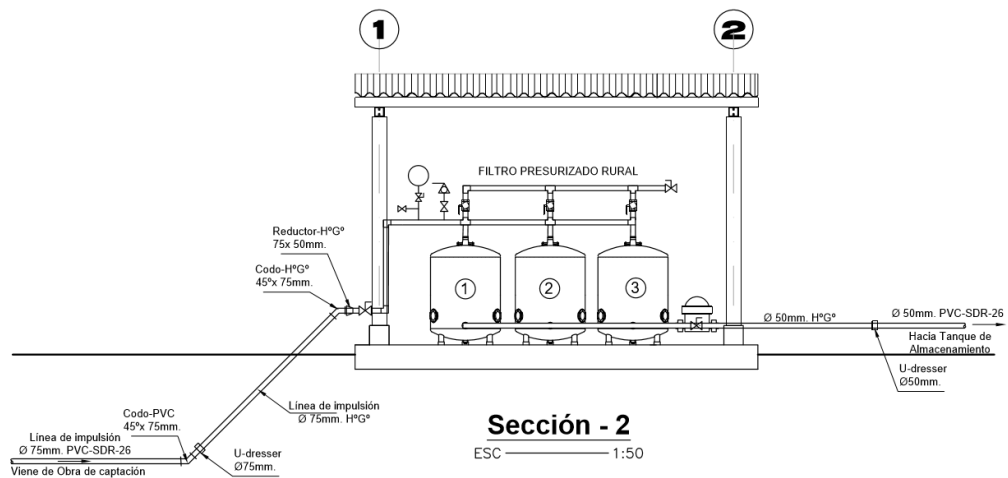


Ilustración 8 Vista elevación filtro presurizado



Los filtros estarán ubicados en una caseta de 4.00 m de largo y 3.00m de ancho con protección de malla ciclón.

3.3.3. Tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento se proyectará para el final del período de diseño, el cual es de 20 años con una capacidad de 51 m³, que corresponde al 35% del Consumo Promedio Diario Total (CPDT) en el año 20. Este volumen es suficiente para cubrir la demanda de agua de la población en caso de falla por reparación en la línea de conducción o mantenimiento en las captaciones. El tanque propuesto es completamente nuevo de *concreto reforzado sobre suelo*.

Otra de las funciones del tanque de almacenamiento es mantener las presiones hidráulicas dentro del rango establecido en normas, por lo que se propone proyectar un tanque de almacenamiento en las coordenadas UTM (X=587330.13 Y=1491036.50), el cual tiene una elevación topográfica de 1,113 m de acuerdo al levantamiento topográfico, la rasante a mantener en la construcción del tanque será de 1,111.7 m.

En el sitio donde se emplazará el tanque se realizará un corte de 1 m aproximadamente que corresponden al mejoramiento de suelo con suelo cemento en proporción 1:8 compactado a 95% standard en capas cada 0.15m.

Para garantizar la buena operación y mantenimiento del tanque, se consideraron todas las obras complementarias como: válvulas de 2" en las tuberías de entrada y salida, boca de acceso con tapa metálica, peldaños de acceso, respiradero, tubería de rebose y limpieza, y válvula de boya de 2".

Cálculo de dimensionamiento del tanque de almacenamiento

Para el cálculo de las dimensiones del tanque de almacenamiento, será necesario usar el consumo promedio diario total, pues el volumen a almacenar es un porcentaje de dicho dato.

$$Volumen\ total = 35\%CPDT$$

Ecuación 12 Volumen del Tanque

$$\text{Volumen total} = 35\% * 145,824 \text{ lpd}$$

$$\text{Volumen total} = 51,038.31 \text{ litros}$$

$$\text{Volumen total} = 51\text{m}^3$$

Cálculo de la base del tanque

Teniendo en cuenta esa consideración la base del tanque, se calcula con la siguiente ecuación:

$$B = \sqrt[3]{V}$$

Ecuación 13 Dimensionamiento de base del tanque de almacenamiento

$$B = \sqrt[3]{51\text{m}^3} = 3.72 \text{ m}$$

Longitud del tanque

$$L = 1.5B = 3.72 * 1.5 = 5.60 \text{ m}$$

Altura de agua en el tanque

$$H = \frac{2}{3}B = \frac{2 * 3.72\text{m}}{3} = 2.48\text{m} \cong 2.50 \text{ m}$$

Altura total del tanque

$$H = 2.50\text{m} + 0.40\text{m} = 2.90 \text{ m} ,$$

Ilustración 9 Vista en planta tanque de almacenamiento

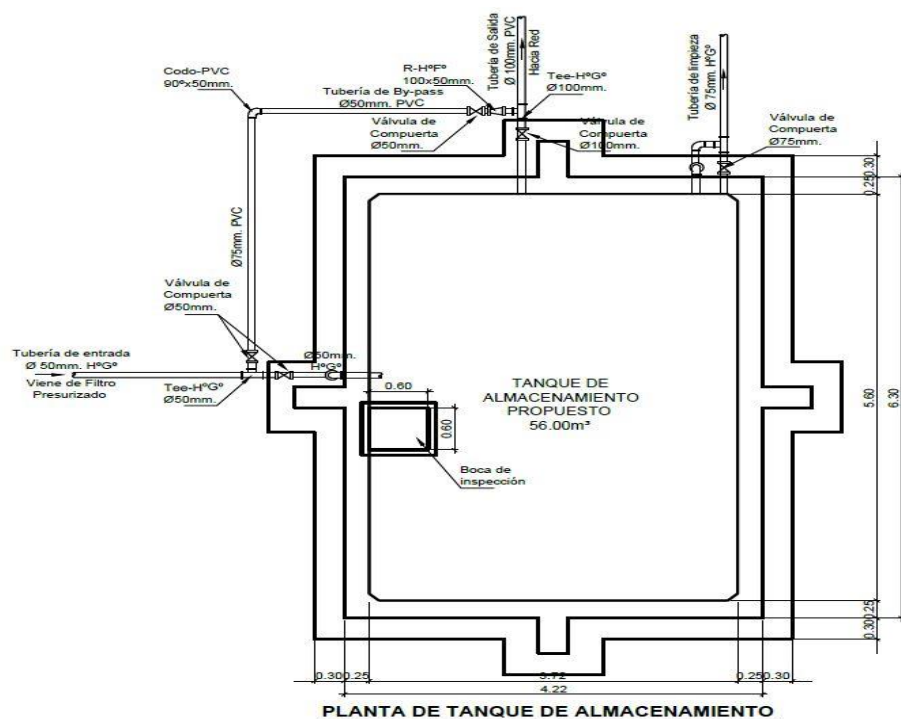
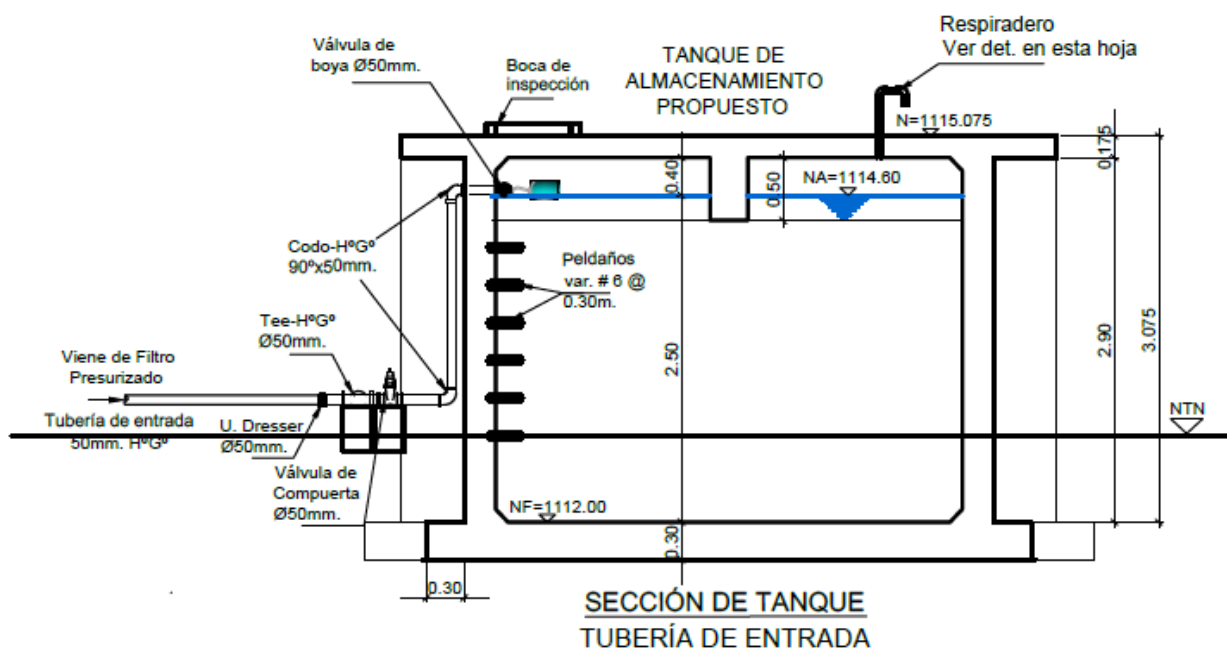


Ilustración 10 Vista de sección transversal de tanque de almacenamiento



3.3.4. Selección de la bomba.

Dado que se trata de bombear agua desde una fuente superficial, se propone utilizar un equipo de *bombeo sumergible* ubicado en un cárcamo de bombeo que estará colocado en la salida del desarenador, capaz de poder abastecer la demanda, con gran eficiencia, confiabilidad, y además que sea resistente a la corrosión ideal para el suministro de agua.

Determinación de la potencia de la bomba y requerimiento eléctrico.

La selección de bomba está basada en la demanda de agua y la altura necesaria, la demanda de agua depende del número de consumidores conectados; es importante señalar que para seleccionar la bomba adecuada, otro factor influyente es la presión que se ejerce en la tubería.

Para esta debida selección hemos recurrido a la ecuación de cálculo de potencia de la bomba la cual consiste en tomar el valor del caudal necesario obtenido en los cálculos de la dotación multiplicado por la carga total dinámica expresada en pies, este resultado será dividido por la constante de ecuación 3960 por 0.60

Pérdidas en la descarga

Considerando una tubería de diámetro $\phi_{descarga} = 3''$

Tabla 10 Pérdidas localizadas como longitudes de tubería

Accesorio	Cantidad	Longitud equivalente (m)
Codo H°F° 90°x50mm	1	1.4
Reductor 62x50mm H°F°	1	1.5
Unión dresser de 50 mm, H° F°.	2	2.2
Válvula de aire de 19mm H°F°.	1	1
Medidor maestro de 50 mm.	1	10
Manómetro de 150 PSI.	1	1
Válvula de no retorno 50 mm H° F°.	1	4.2
Cruz 75x75mm H°G°	1	1.1
Válvula de limpieza 75 mm H° F°.	1	0.4
Válvula de alivio 50mm H°F°	1	0.4
Válvula de Pase 50mm H°F°	1	0.4
Codo 45°x75mm PVC	1	0.8
Total		24.4 m

Fuente: Elaboración propia

$$L_{real} = L_{tuberia} + L_{equiv. accesorios}$$

$$L_{real} = 1633 \text{ m} + 24.4 \text{ m} = 1657.4 \text{ m}$$

$$\sum h = \frac{10.674 * L_{real} * Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.87}}$$

Ecuación 14 Pérdidas en la descarga

Dónde:

$\sum h$ = perdidas en la descarga.

C= coeficiente de rugosidad de la tubería (PVC)

D= diámetro de la tubería.

L= Longitud de tubería.

Q = caudal de diseño (gpm)

A continuación se muestra la siguiente tabla se muestran El coeficiente de rugosidad (C) de Hazen – Williams para los diferentes tipos de materiales en los conductos es:

Tabla 11 Coeficientes de rugosidad de las tuberías.

Material del Conducto	Coeficiente de Rugosidad (C)
Tubo de Hierro Galvanizado (H°.G°)	100
Tubo de Concreto	130
Tubo de Asbesto Cemento	140
Tubo de Hierro Fundido (H°.F°)	130
Tubo Plástico (PVC)	150

Fuente: INAA

$$\sum h = \frac{10.674 * 1657.4 * 26.75^{1.852}}{150^{1.852} * 2.5^{4.87}}$$

$$\sum h = 8.37 \text{ m}$$

Potencia hidráulica de la bomba

Para obtener la potencia de la bomba se debe tener conocimiento de la carga total dinámica, que se obtiene de la siguiente formula:

$$CTD = CED + hf_{descarga}$$

Ecuación 15 Carga total dinámica

De donde:

CED = Carga estática de la descarga

$$CED = 46.37 \text{ m}$$

Conociendo los datos anteriores se obtuvo

$$CTD = 8.37\text{m} + 41.4 \text{ m}$$

$$CTD = 49.81 \text{ m} \approx 163.38 \text{ pies}$$

Para determinar la potencia que la bomba utilizada para inyectar y suplir al sistema, se define mediante la siguiente formula:

$$PB = \frac{Q * CTD}{3960 * 0.60}$$

Ecuación 16 Potencia de la bomba.

Dónde:

Pb = Potencia de la bomba

Q = Caudal

CTD =Carga total dinámica.

$$PB = \frac{26.75 \text{ GPM} * 163.38 \text{ pies}}{3960 * 0.6}$$
$$PB = 1.84\text{Hp}$$

Se requiere un equipo de bombeo con una potencia superior a los 1.84 Hp

Una vez determinada la potencia de la bomba, se calcula la potencia del motor que se describe a continuación:

$$PM = 1.15 * PB$$

Ecuación 17 Potencia del motor.

$$PM = 1.15 * 1.84 \text{ Hp}$$

$$PM = 2.11 \text{ Hp} \approx 3 \text{ Hp}$$

Por tanto, la selección del equipo de bombeo se estimó para las siguientes características de operación:

Caudal= 6.07 m³/h

CDT= 163.38 pies

Se utilizó como referencia el catálogo de bombas sumergibles FRANKLIN ELECTRIC el cual es suministrado por la empresa Aquatec, resultando la elección de una bomba SQE para caudales de operación de 6.07 m³/h, las características del equipo de bombeo se indican a continuación:

Potencia= 2.11 Hp

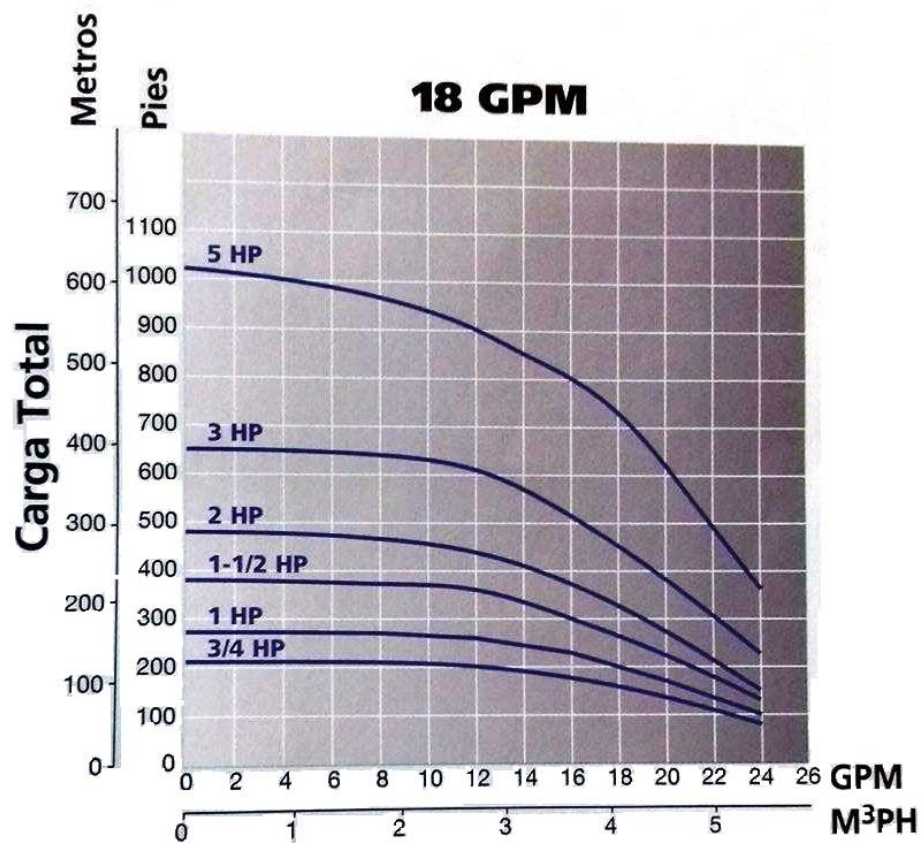
Capacidad de bombeo = 3.17 m³/h

Diámetro de descarga = 2"

Diámetro nominal exterior = 3"

Potencia requerida = 3Hp

Ilustración 11 Curva característica de la bomba.



3.3.5. Electrificación del sistema

Se utilizará energía eléctrica convencional de red pública (monofásica de 60 Hz con voltaje de 230 voltios), para la conexión del equipo de bombeo y caseta de control dado que existe un poste ubicado a 200 m del sitio del cárcamo.

3.3.6. Diseño hidráulico de la línea de conducción

Diámetro de la línea de conducción.

A continuación se muestra el análisis de diseño de la línea de conducción, la cual inicia en la fuente de abastecimiento (altura: 1090.1 msnm) y termina en el reservorio (Longitud: 1633 m), en esta línea de conducción estará pasando un promedio de 26.75 gpm diariamente; a esto cual se le aplico un factor de corrección según las normas (INAA, 1999, pág. 33), el cual es de 1.5 al consumo promedio diario (CMD).

Para determinar el diámetro (más económico) puede aplicarse la siguiente formula, ampliamente usada en los Estados Unidos de Norte América.

(Similar a la de Bresse, con $K=0.9$ y $n=0.45$)

$$D = 0.9 (Q)^{0.45}$$

Ecuación 18 Diámetro eficiente para la línea de conducción

D= metros

Q= m³/seg

$$D = 0.9(0.002391)^{0.45}$$

$$D = 0.06m = 2.34 \text{ pulg}$$

Diámetro seleccionado de tubería PVC-SDR26 3.0 pulg, cuyo coeficiente de rugosidad es de 150.

3.3.7. Tiempo de bombeo

Las horas de bombeo requerido para el diseño se calcularon de la manera siguiente:

$$Tb = \frac{16 * Q_{dn}}{Q_b}, \text{ horas}$$

Ecuación 19 Cálculo de tiempo de bombeo

Donde

Q_b =, Caudal de bombeo para el consumo máximo día del último año

Q_{dn} = Caudal de consumo de cualquier año

T_b = Tiempo de bombeo horas

La tabla siguiente nos muestra los tiempos de bombeo requerido, tiempo mínimo y máximo de bombeo. Cuando la población está demandando el consumo promedio diaria, el tiempo mínimo es aproximadamente de 6.89 horas y el tiempo máximo es de 11.29 horas.

Tabla 12 Tiempos de bombeo

Año	Q_b (lps)	Q_{dn} (lps)	Tiempo de bombeo (Horas)
0	2.391	1.030	6.89
1	2.391	1.056	7.06
2	2.391	1.082	7.24
3	2.391	1.109	7.42
4	2.391	1.137	7.61
5	2.391	1.165	7.80
6	2.391	1.194	7.99
7	2.391	1.224	8.19
8	2.391	1.255	8.40
9	2.391	1.286	8.61
10	2.391	1.318	8.82
11	2.391	1.351	9.04
12	2.391	1.385	9.27
13	2.391	1.420	9.50
14	2.391	1.455	9.74
15	2.391	1.492	9.98
16	2.391	1.529	10.23
17	2.391	1.567	10.49
18	2.391	1.606	10.75
19	2.391	1.647	11.02
20	2.391	1.688	11.29

Fuente: Elaboración propia

3.3.8. Diseño de red de distribución

Generalidades

En el diseño de la red de distribución de una localidad, se debe de considerar los siguientes aspectos fundamentales:

- a) El diseño se hará para las condiciones más desfavorables en la red, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño.
- b) Deberá de tratarse de servir directamente al mayor porcentaje de la población dentro de las viviendas, en forma continua, de calidad aceptable y cantidad suficiente.
- c) La distribución de los gastos, debe hacerse mediante hipótesis que esté acorde con el consumo real de la localidad durante el período de diseño.
- d) Las redes de distribución deberán dotarse de los accesorios y obras necesarias, con el fin de asegurar el correcto funcionamiento, dentro de las normas establecidas y para facilitar su mantenimiento.
- e) El sistema principal de distribución de agua puede ser de red abierta, de malla cerrada, o una combinación de ambas y se distribuirán las tuberías en la planimetría de la localidad, tratando de abarcar el mayor número de viviendas mediante conexiones domiciliarias.

Parámetros de diseños

En estos se incluyen las dotaciones por persona, el período de diseño, la población futura y los factores específicos (velocidades permisibles, presiones mínimas y máximas, diámetro mínimo, cobertura sobre tubería y resistencia de las tuberías).

Velocidades permisibles

Se permitirán velocidades de flujo de 0.4 m/s a 2.00 m/s.

Presiones mínimas y máximas

La presión mínima residual en la red principal será de 5 mts; la carga estática máxima será de 50 mts. Se permitirán en puntos aislados, presiones estáticas hasta de 70 mts., cuando el área de servicio sea de topografía muy irregular.

Diámetro mínimo

El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución será de 2 pulgadas (50mm) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima, aceptándose en ramales abiertos en extremos de la red, para servir a pocos usuarios de reducida capacidad económica; y en zonas donde razonablemente no se vaya a producir un aumento de densidad de población, podrá usarse el diámetro mínimo de una pulgada y media 1 ½" (37.5 mm) en longitudes no superiores a los 100.00 mts.

Cobertura sobre tuberías

En el diseño de tuberías colocadas en calles de tránsito vehicular se mantendrá una cobertura mínima de 1.20 m, sobre la corona del conducto en toda su longitud, y en calles peatonales esta cobertura mínima será 0.70 m.

Tipo de red

Se utilizará una red de distribución de agua potable abierta o ramificada:

Este tipo de red de distribución se caracteriza por contar con una tubería principal de distribución (la de mayor diámetro) desde la cual parten ramales que terminarán en puntos ciegos, es decir sin interconexiones con otras tuberías en la misma red de distribución de agua potable.

La red de distribución proyectada tiene cobertura del 100% de la población al final del periodo de diseño. Se ha previsto un sistema de red completamente nuevo.

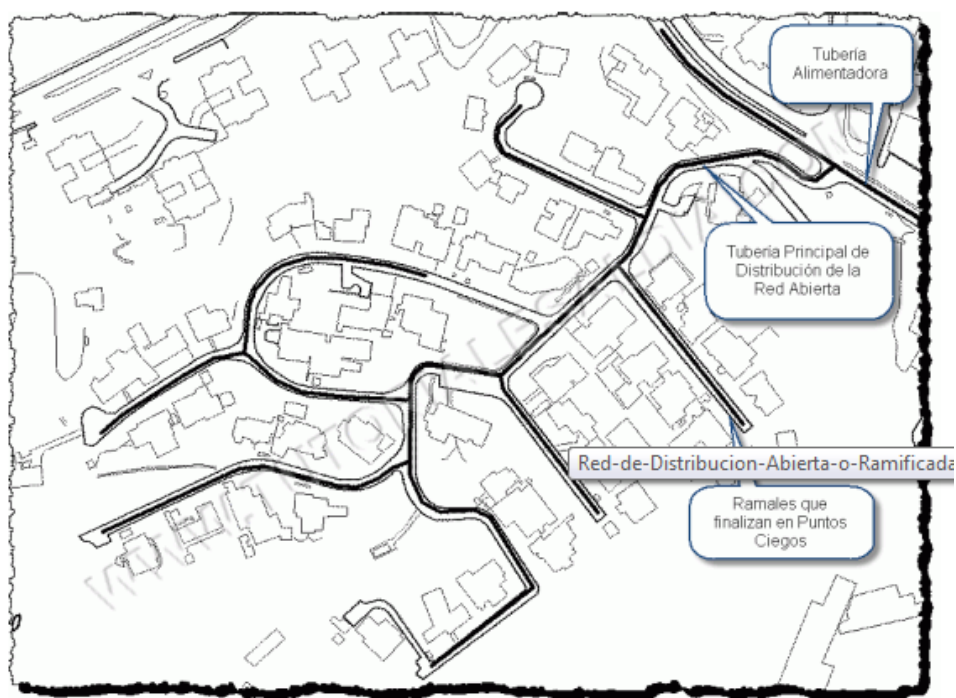
El sistema de distribución de agua potable se diseña a fin de reducir problemas de operatividad, costos de construcción y mantenimiento. En base a esta premisa, el

sistema se basa en la distribución de flujos a gravedad desde una estructura de almacenamiento con capacidad de 51 m³ ubicados en la salida de un filtro presurizado rural, el cual es alimentado directamente desde la fuente u obra de captación a través de la línea de conducción anteriormente descrita

La red de distribución sale del tanque y el trazado de la misma se realizó de acuerdo a características topográficas y urbanísticas de la comunidad y tendrá la capacidad para abastecer adecuadamente la población hasta el año 20 del período de diseño.

Está conformada por 4204.75 metros de tubería PVC SDR-26 de 1 ½" de diámetro, 270.53 metros de tubería PVC SDR-26 de 2" de diámetro y 1386.7 metros de tubería PVC SDR-26 de 3" de diámetro, para una longitud total de tubería de distribución de 5,861.98 metros. Así mismo, se requerirán 4 estaciones de válvulas reguladoras de presión para el control de las presiones en las tuberías a lo largo de la red de distribución.

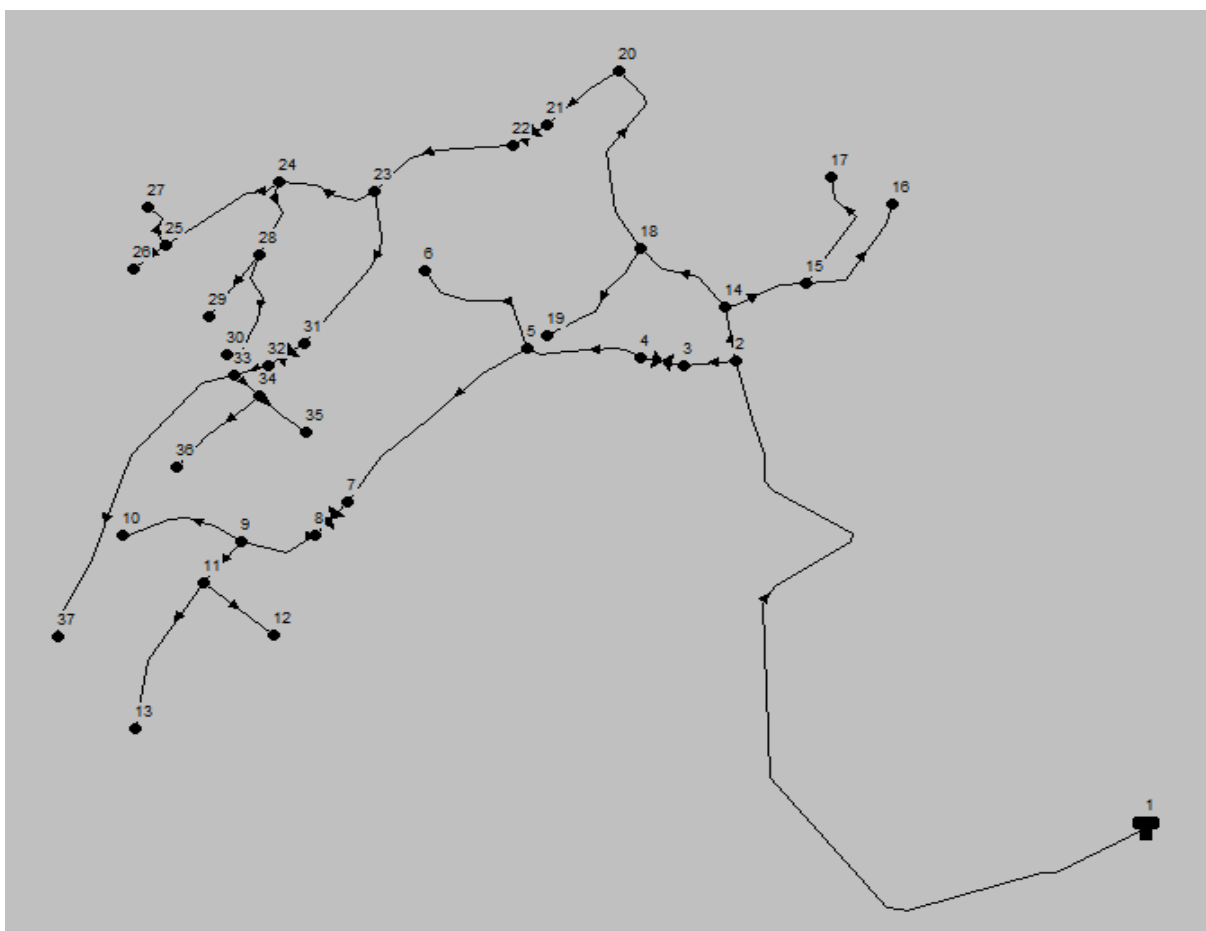
Ilustración 12 Ejemplo de red de distribución de agua potable abierta o ramificada



En el análisis hidráulico de la red de distribución se utilizó el método iterativo de Hardy-Cross, mediante el uso del simulador por computadora EPANET v2 para analizar el comportamiento estático (Sin Consumo) y dinámico (Con Consumo Máxima Hora en la Red) del sistema con todas las conexiones domiciliarias instaladas.

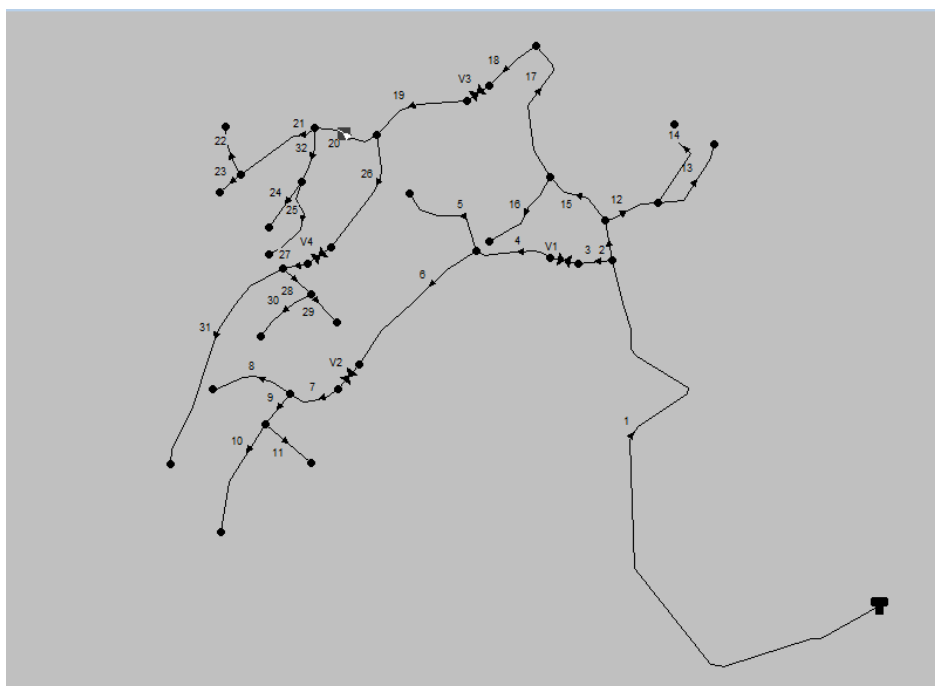
La red de distribución se analizó con el caudal de Consumo de Máximo Hora (3.516 lps), en base a la proyección de consumo hasta el final del período de diseño de (20 años), el cual se distribuyó en todos los nodos de la red para concentrar el caudal, también se analizó la condición sin consumo en la red, para determinar las presiones máximas y cedulas de las tuberías.

Ilustración 13 Esquema Hidráulico, ubicación de nodos a utilizar para la simulación hidráulica



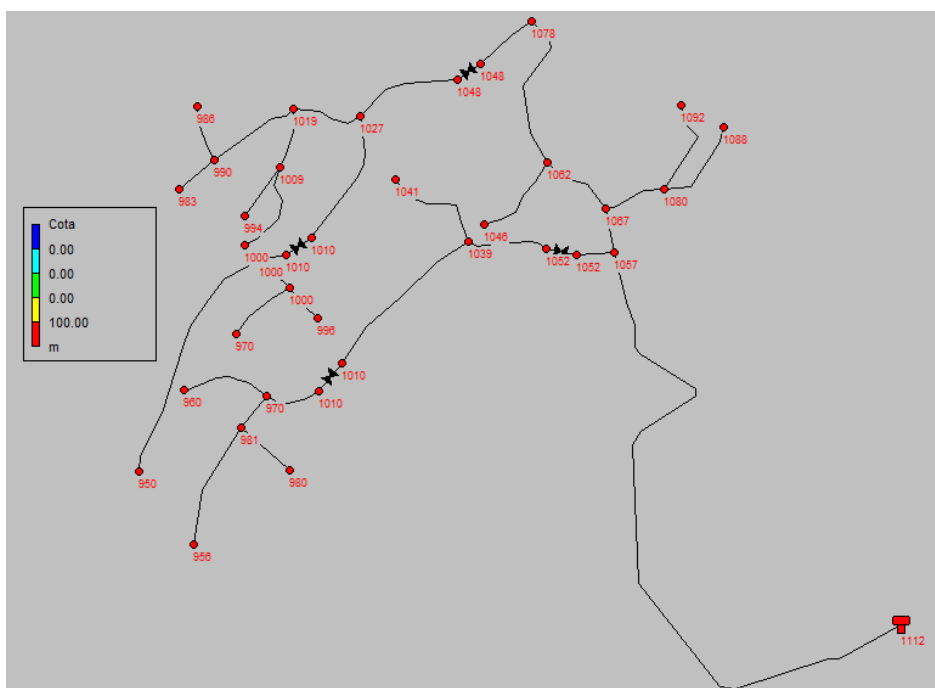
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 14 Esquema Hidráulico, ubicación de las tuberías a utilizar para la simulación hidráulica



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 15 Elevaciones de cada nodo



Fuente: Elaboración propia

Tabla 13 Distribución nodal de consumo, en base a cantidad de casas por tramo

Nodo	Casas	CMH	Distribución nodal (lps)	ALTITUD (msnm)
1	0	3.516	0	1,112
2	20	3.516	0.21	1,057
3	5	3.516	0.05	1,052
4	0	3.516	0	1,052
5	4	3.516	0.04	1,039
6	10	3.516	0.10	1,041
7	35	3.516	0.37	1,010
8	0	3.516		1,010
9	10	3.516	0.10	970
10	13	3.516	0.14	960
11	10	3.516	0.10	981
12	5	3.516	0.05	980
13	9	3.516	0.09	956
14	5	3.516	0.05	1,067
15	8	3.516	0.08	1,080
16	6	3.516	0.06	1,088
17	8	3.516	0.08	1,092
18	8	3.516	0.08	1,062
19	15	3.516	0.16	1,046
20	18	3.516	0.19	1,078
21	6	3.516	0.06	1,048
22	0	3.516	0	1,048
23	8	3.516	0.08	1,027
24	4	3.516	0.04	1,019
25	9	3.516	0.09	990
26	6	3.516	0.06	983
27	11	3.516	0.12	986
28	13	3.516	0.14	1,009
29	9	3.516	0.09	994
30	8	3.516	0.08	1,000
31	11	3.516	0.12	1,010
32	0	3.516	0	1,010
33	7	3.516	0.07	1,000
34	0	3.516	0	1,000
35	6	3.516	0.06	996
36	8	3.516	0.08	970
37	40	3.516	0.42	950
Total	335	3.516	3.516	

Fuente: Elaboración propia

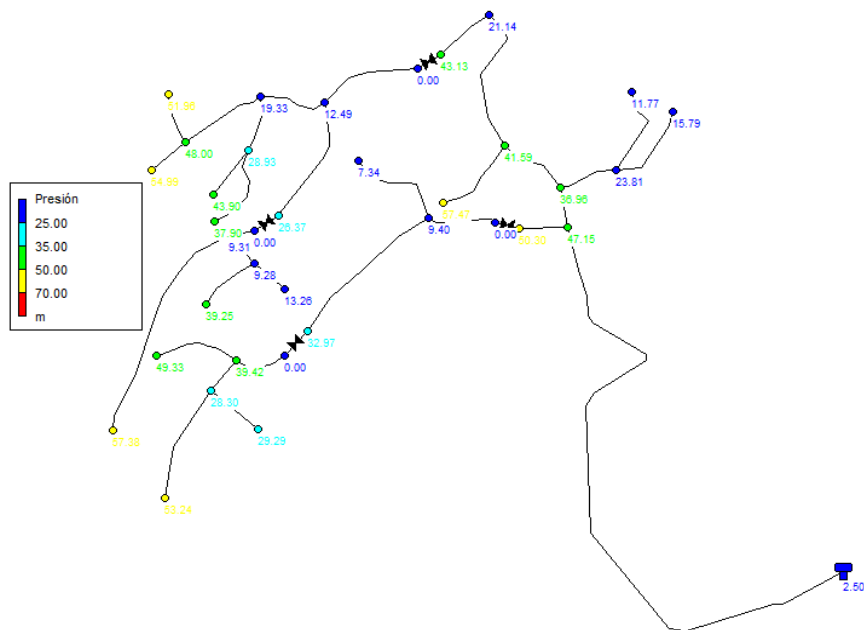
Tabla 14 Longitudes y diámetros de la red

Tubería	Nodo Inicial	Nodo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
1	1	2	1,208.2	75
2	2	14	49.6	75
3	2	3	72.32	38
4	4	5	155	38
5	5	6	183	38
6	5	7	313.1	38
7	8	9	93.41	38
8	9	10	165.4	38
9	9	11	69.22	38
10	11	13	212.6	38
11	11	12	107.1	38
12	14	15	102.8	38
13	15	16	160.4	38
14	15	17	166.8	38
15	14	18	128.9	75
16	18	19	164.2	38
17	18	20	270.53	50
18	20	21	158.5	38
19	22	23	182.2	38
20	23	24	119.6	38
21	24	25	157.5	38
22	25	27	93.45	38
23	25	26	88.94	38
24	28	29	135.9	38
25	28	30	142.1	38
26	23	31	229	38
27	32	33	68.76	38
28	33	34	50	38
29	34	35	107.55	38
30	28	36	139.5	38
31	33	37	420.5	38
32	24	28	145.9	38
Total			5861.98	

Fuente: Elaboración propia

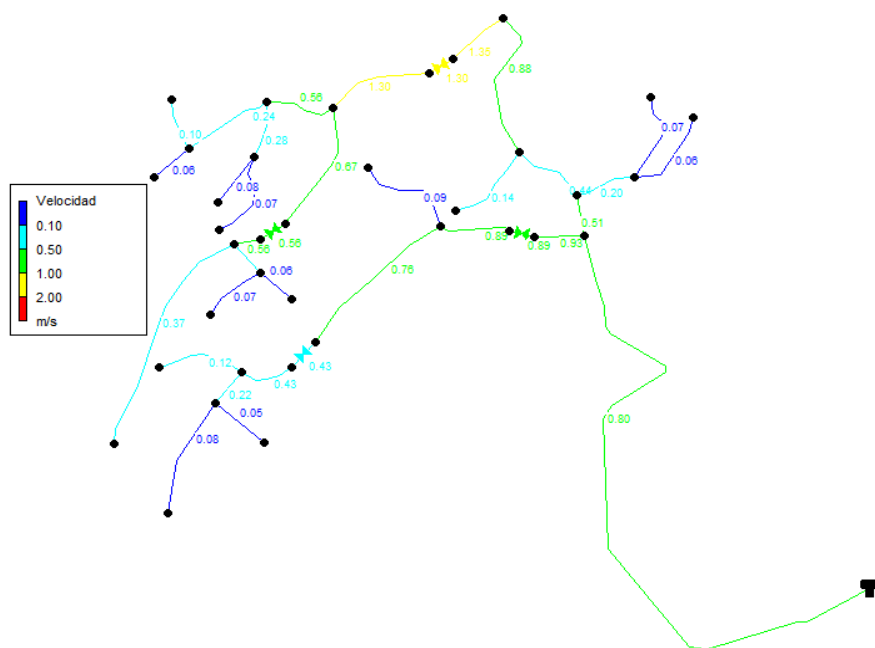
Producto del análisis en EPANET se obtuvo lo siguiente:

Ilustración 16 Presiones en el sistema con consumo máximo horario.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 17 Velocidades en el sistema con consumo máximo horario.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 15 Características de trabajo durante consumo máximo horario de las tuberías en la red

ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Caudal (LPS)	Velocidad (m/s)	Pérd. Unit. (m/km)
Tubería 01	1,208.2	75	3.52	0.8	8.57
Tubería 02	49.6	75	2.25	0.51	3.74
Tubería 03	72.32	38	1.06	0.93	25.51
Tubería 04	155	38	1.01	0.89	23.22
Tubería 05	183	38	0.1	0.09	0.35
Tubería 06	313.1	38	0.86	0.76	17.34
Tubería 07	93.41	38	0.49	0.43	6.19
Tubería 08	165.4	38	0.14	0.12	0.57
Tubería 09	69.22	38	0.25	0.22	1.78
Tubería 10	212.6	38	0.09	0.08	0.29
Tubería 11	107.1	38	0.05	0.05	0.1
Tubería 12	102.8	38	0.23	0.2	1.52
Tubería 13	160.4	38	0.06	0.06	0.14
Tubería 14	166.8	38	0.08	0.07	0.23
Tubería 15	128.9	75	1.96	0.44	2.91
Tubería 16	164.2	38	-0.16	0.14	0.75
Tubería 17	270.53	50	-1.72	0.88	16.45
Tubería 18	158.5	38	-1.53	1.35	50.5
Tubería 19	182.2	38	-1.47	1.3	46.7
Tubería 20	119.6	38	-0.63	0.56	9.72
Tubería 21	157.5	38	0.27	0.24	2.07
Tubería 22	93.45	38	0.12	0.1	0.42
Tubería 23	88.94	38	0.06	0.06	0.14
Tubería 24	135.9	38	0.09	0.08	0.29
Tubería 25	142.1	38	-0.08	0.07	0.23
Tubería 26	229	38	-0.76	0.67	13.63
Tubería 27	68.76	38	-0.64	0.56	10.03
Tubería 28	50	38	0.15	0.13	0.66
Tubería 29	107.55	38	0.06	0.06	0.14
Tubería 30	139.5	38	0.08	0.07	0.23
Tubería 31	420.5	38	-0.42	0.37	4.59
Tubería 32	145.9	38	0.31	0.28	2.69
Válvula V1	No Disponible	38	1.01	0.89	50.3
Válvula V2	No Disponible	38	0.49	0.43	32.97
Válvula V3	No Disponible	38	1.47	1.3	43.13
Válvula V4	No Disponible	38	0.64	0.56	26.37

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16 Resumen de resultados de EPANET, en ambos casos (con consumo y sin consumo)

Prueba con consumo máximo horario					Prueba sin consumo		
ID Nudo	Cota(m)	Demanda(LPS)	Altura(m)	Presión(m)	Demanda	Altura	Presión
Conexión 02	1,057	0.21	1,104.15	47.15	0	1,114.5	57.5
Conexión 03	1,052	0.05	1,102.30	50.3	0	1,114.5	62.5
Conexión 04	1,052	0	1,052.00	0	0	1,052.0	0
Conexión 05	1,039	0.04	1,048.40	9.4	0	1,052.0	13
Conexión 06	1,041	0.1	1,048.34	7.34	0	1,052.0	11
Conexión 07	1,010	0.37	1,042.97	32.97	0	1,052.0	42
Conexión 08	1,010	0	1,010.00	0	0	1,010.0	0
Conexión 09	970	0.1	1,009.42	39.42	0	1,010.0	40
Conexión 10	960	0.14	1,009.33	49.33	0	1,010.0	50
Conexión 11	981	0.1	1,009.30	28.3	0	1,010.0	29
Conexión 12	980	0.05	1,009.29	29.29	0	1,010.0	30
Conexión 13	956	0.09	1,009.24	53.24	0	1,010.0	54
Conexión 14	1,067	0.05	1,103.96	36.96	0	1,114.5	47.5
Conexión 15	1,080	0.08	1,103.81	23.81	0	1,114.5	34.5
Conexión 16	1,088	0.06	1,103.79	15.79	0	1,114.5	26.5
Conexión 17	1,092	0.08	1,103.77	11.77	0	1,114.5	22.5
Conexión 18	1,062	0.08	1,103.59	41.59	0	1,114.5	52.5
Conexión 19	1,046	0.16	1,103.47	57.47	0	1,114.5	68.5
Conexión 20	1,078	0.19	1,099.14	21.14	0	1,114.5	36.5
Conexión 21	1,048	0.06	1,091.13	43.13	0	1,114.5	66.5
Conexión 22	1,048	0	1,048.00	0	0	1,048.0	0
Conexión 23	1,027	0.08	1,039.49	12.49	0	1,048.0	21
Conexión 24	1,019	0.04	1,038.33	19.33	0	1,048.0	29
Conexión 25	990	0.09	1,038.00	48	0	1,048.0	58
Conexión 26	983	0.06	1,037.99	54.99	0	1,048.0	65
Conexión 27	986	0.12	1,037.96	51.96	0	1,048.0	62
Conexión 28	1,009	0.14	1,037.93	28.93	0	1,048.0	39
Conexión 29	994	0.09	1,037.90	43.9	0	1,048.0	54
Conexión 30	1,000	0.08	1,037.90	37.9	0	1,048.0	48
Conexión 31	1,010	0.12	1,036.37	26.37	0	1,048.0	38
Conexión 32	1,010	0	1,010.00	0	0	1,010.0	0
Conexión 33	1,000	0.07	1,009.31	9.31	0	1,010.0	10
Conexión 34	1,000	0	1,009.28	9.28	0	1,010.0	10
Conexión 35	996	0.06	1,009.26	13.26	0	1,010.0	14
Conexión 36	970	0.08	1,009.25	39.25	0	1,010.0	40
Conexión 37	950	0.42	1,007.38	57.38	0	1,010.0	60
Depósito 1	1,112	-3.52	1,114.50	2.5	0	1,114.5	2.5

Fuente: Elaboración propia, (resultados extraídos de simulaciones hechas en EPANET)

Nivel de servicio

El suministro de agua potable a las viviendas será por medio de conexiones domiciliarias, las cuales se instalarán completamente con sus respectivos medidores y cajas de protección (331 Viviendas, 4 edificios públicos), para dar una cobertura del 100%.

Las conexiones distribuidas de acuerdo al tipo de tubería al cual serán conectadas son las siguientes: tabla

Pérdidas por fricción

$$H = \left[\frac{S_e Q_e - S_f Q_f}{2.85(Q_e - Q_f)} \right] L$$

Ecuación 20 Pérdidas por fricción.

En la cual:

H: Pérdidas por fricción en metros

Q_e: caudal entrante en el tramo en (gpm)

Q_f: caudal de salida al final del tramo (gpm)

S_e: Pérdidas en el tramo correspondiente Q_e en decimales

S_f: Pérdidas en el tramo correspondiente Q_f en decimales

L: longitud del tramo en metros

3.3.9. Actividades de construcción

En la fuente

Se diseñó la obra de captación para obtener el caudal en las condiciones requeridas, reducir al mínimo los costos de operación y mantenimiento, para esto se seleccionó materiales que garantizan su vida útil, así mismo se dimensionaron los elementos estructurales, con el fin de obtener su costo y eficiencia más razonable.

En la línea de conducción

Es el conjunto integrado por tuberías, y dispositivos de control, que permiten el transporte del agua en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión desde la fuente de abastecimiento, hasta el sitio donde será distribuida.

La longitud total topográfica de la línea de conducción propuesta que transportará agua cruda desde el cárcamo de bombeo hasta el tanque de almacenamiento, tomando en cuenta las pendientes del relieve es de 1633 m con un diámetro de Ø 75 mm (2.5") con tubería de PVC - SDR 26.

En el tanque

Se realizó el cálculo del dimensionamiento para el tanque de almacenamiento como son: volumen de excavación, altura de rebose, área y diámetro interno del tanque, movimiento de tierra, se contempla en esta etapa trazo y nivelación, formaletas, acero de refuerzo, acabados.

En la red

La red de distribución es el sistema de tuberías de PVC-SDR 26, la cual sale del tanque y el trazado de la misma se realizó de acuerdo a características topográficas y urbanísticas de la comunidad, los accesorios, así mismo, de 4 estaciones de válvulas reguladoras de presión para el control de las presiones en las tuberías a lo largo de la red de distribución.

3.4. Aspectos legales y de funcionamiento

Todo proyecto requiere de una conformación legal, siendo este el caso en que los componentes que requieren legalidad a favor de la comunidad son el terreno de la fuente de captación y el predio donde se encontrará el filtro presurizado y el tanque de almacenamiento.

Se cuenta con escrituras de legalidad a favor de la municipalidad de Telpaneca tanto para el predio de la fuente como para el predio del tanque de almacenamiento, por tanto, la inversión en terrenos es cero.

En dependencia de la modalidad del proyecto se realizarán capacitaciones a la junta directiva del CAPS(Comité de Agua Potable y Saneamiento), en los temas sobre administración, operación y mantenimiento del sistema de agua del tipo mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE). Por la complejidad del tipo de obra, el ingeniero, residente del proyecto, será el responsable de dirigir el evento de capacitación sobre la operación y mantenimiento de su sistema, para brindar conocimientos sobre la operación del sistema.

En el ámbito social, se brindarán conocimientos sobre la administración del sistema de agua como son el montaje de libros contables (libro diario, libro mayor, libro de actas) recibos de entradas y salidas, facturas; control de materiales, planillas de pago, lectura de medidores, rendiciones de cuentas, auditorías sociales cada 2 meses y otros. Para la lectura de medidores se capacitarán especialmente a 2 miembros de la directiva o del CAPS para que sean estos los que realicen la actividad de lectura de estos, en cada hogar.

En estos temas se tratará que los miembros de la junta directiva y en especial el presidente y tesorero del CAPS dominen los conocimientos básicos contables para llevar la contabilidad del sistema y la buena administración de su proyecto.

Para cada tema de capacitación se utilizarán las cartillas orientadas por Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE), sobre la administración del sistema de agua potable.

Cabe destacar que en la comunidad existe el CAPS desde el año 2008, actualmente encontrándose conformado de la siguiente manera:

Tabla 17 Organización del CAPS en la comunidad El Quibuto

Nombre	No. de Cédula	Cargo
Heberto Melgara	322-050775-0001A	Presidente
Jairo de Jesús Jiménez Gómez	322-040170-0000K	Secretario
Norlan Efrén Pérez	322-050877-0001V	Tesorero
Isidro de Jesús Gómez Quintero	322-020158-0001W	Fiscal
Mirna Lisset Melgara López	322-190183-0000W	Vocal
María Teresa Romero Gutiérrez	323-110186-0001G	Vocal
Miguel Ángel García Matey	322-030984-0001K	Vocal

Fuente: Elaboración propia

3.4.1. Participación comunitaria.

La participación comunitaria organizada se ha previsto en las etapas del ciclo del del proyecto (formulación, ejecución, supervisión y seguimiento). La población de la comunidad ha participado en asambleas informativas y de concertación, donde se ha identificado, discutido y seleccionado el tipo de sistema de agua a construir.

El CAPS será el encargado de organizar y dirigir las actividades para la ejecución del proyecto, garantizarán el cuidado y buen uso de los materiales. A través de las asambleas la comunidad asumirá el compromiso de aportar la mano de obra para la construcción del sistema, materiales locales (arena, piedra, agua), así como conformar su respectivo comité de seguimiento.

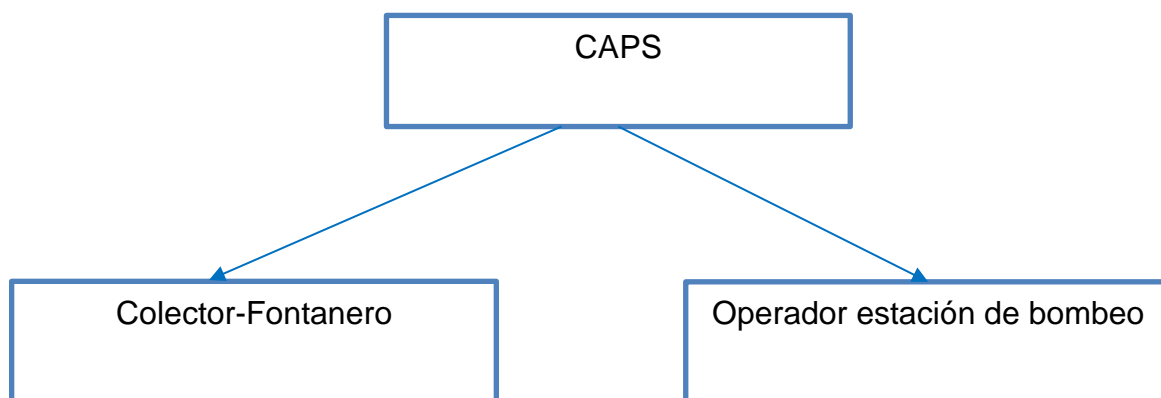
La comunidad aportará el costo de los medidores que se instalarán en cada conexión domiciliar y los puestos públicos.

Al finalizar el proyecto las familias beneficiarias, serán los responsables del cuidado y mantenimiento de las obras construidas, el CAPS apoyará en los trabajos de operación y mantenimiento que se requieran y el grado de organización para esta actividad.

3.4.2. Organigrama

Para que el sistema funcione es necesario contar con una persona que se encargue de darle el mantenimiento necesario al sistema, el cual incluye la operación del equipo de bombeo, cloración y operación de válvulas durante dicho mantenimiento. La persona que el CAPS designe recibirá un salario mínimo por el tiempo dedicado a esta actividad.

Ilustración 18 Organigrama.



3.4.3. Costos de funcionamiento.

Se consideran en los costos de funcionamiento y operación, los gastos de administración, personal de operación, fondo para reposición, reparaciones en el sistema y recuperación de la inversión

Costos de mantenimiento

Los costos de mantenimiento comprenden los gastos en reparaciones menores en paredes y piso de los módulos construidos, de los filtros y sustitución de accesorios que se dañen en la red de agua, y los gastos de las restantes instalaciones.

Tabla 18 Costo de funcionamiento y mantenimiento.

Descripción	Frecuencia	C\$ Mensual	C\$ Anual
Energía Eléctrica	Mensual	C\$ 3,091.24	C\$ 37,094.89
Captación de Fuentes	Semestral	C\$ 41.67	C\$ 500.00
Línea de Conducción	Semestral	C\$ 41.67	C\$ 500.00
Red de distribución	Semestral	C\$ 125.00	C\$ 1,500.00
Tanque de almacenamiento	Semestral	C\$ 83.33	C\$ 1,000.00
Conexiones domiciliarias	Semestral	C\$ 41.67	C\$ 500.00
Total		C\$ 3,424.57	C\$ 41,094.89

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19 Costos de administración

Descripción	Frecuencia	C\$ Mensual	C\$ Anual
Salario de Colector-Fontanero	Mensual	C\$ 5,000.00	C\$ 60,000.00
Salario de operador de estación de bombeo	Mensual	C\$ 2,500.00	C\$ 30,000.00
Papelería	Mensual	C\$ 270.00	C\$ 3,240.00
Imprevistos	Mensual	C\$ 200.00	C\$ 2,400.00
Total		C\$ 7,970.00	C\$ 95,640.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20 Costo de operación

Descripción	Frecuencia	C\$ Mensual	C\$ Anual
Análisis de agua físico-químico bacteriológico	Anual	C\$ 208.33	C\$ 2,500.00
Insumos (Cloro)	Mensual	C\$ 100.00	C\$ 1,200.00
Total		C\$ 308.33	C\$ 3,700.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21 Costos Totales de funcionamiento

Descripción	C\$ Mensual		C\$ Anual	
Costo de administración	C\$	7,970.00	C\$	95,640.00
Costo de producción y mantenimiento	C\$	3,424.57	C\$	41,094.89
Costo de operación	C\$	308.33	C\$	3,700.00
Total	C\$	11,702.91	C\$	140,434.89

Fuente: Elaboración propia

3.4.4. Tarifa.

Para la determinación de la tarifa que se usará en el proyecto es necesario conocer los costos totales de funcionamiento del sistema así como los costos de administración del mismo, los cuales se dividirán entre la producción mensual de agua destinada al consumo de la población. A continuación se muestra el método de cálculo.

$$T = \frac{CT}{CPA}$$

Ecuación 21 Cálculo de tarifa por rango de consumo

En donde:

T: Tarifa basado / Producción

CT: Costo Total Anual

CPA: Consumo promedio anual.

Tabla 22 Cálculo de tarifa

Año	Pob	Casas	Consumo (lpd)	Consumo (m3/mes)	Costos totales mensuales (C\$)	Consumo vivienda mensual (m3)	Precio m3/mes	Tarifa C\$/vivienda	Tarifa C\$/anual
0	1236	331	88,992.00	2,669.76	11,702.91	8.06	4.38	35.32	423.80
1	1267	340	91,216.80	2,736.50	12,158.15	8.06	4.44	35.80	429.55
2	1299	348	93,497.22	2,804.92	12,631.10	8.06	4.50	36.28	435.38
3	1331	357	95,834.65	2,875.04	13,122.45	8.06	4.56	36.77	441.28
4	1364	366	98,230.52	2,946.92	13,632.92	8.06	4.63	37.27	447.26
5	1398	375	100,686.28	3,020.59	14,163.24	8.06	4.69	37.78	453.33
6	1433	384	103,203.44	3,096.10	14,714.19	8.06	4.75	38.29	459.48
7	1469	394	105,783.52	3,173.51	15,286.57	8.06	4.82	38.81	465.71
8	1506	404	108,428.11	3,252.84	15,881.22	8.06	4.88	39.34	472.02
9	1544	414	111,138.81	3,334.16	16,498.99	8.06	4.95	39.87	478.43
10	1582	424	113,917.28	3,417.52	17,140.81	8.06	5.02	40.41	484.91
11	1622	435	116,765.22	3,502.96	17,807.58	8.06	5.08	40.96	491.49
12	1662	446	119,684.35	3,590.53	18,500.30	8.06	5.15	41.51	498.15
13	1704	457	122,676.45	3,680.29	19,219.96	8.06	5.22	42.08	504.91
14	1746	468	125,743.37	3,772.30	19,967.62	8.06	5.29	42.65	511.76
15	1790	480	128,886.95	3,866.61	20,744.36	8.06	5.37	43.22	518.70
16	1835	492	132,109.12	3,963.27	21,551.31	8.06	5.44	43.81	525.73
17	1881	504	135,411.85	4,062.36	22,389.66	8.06	5.51	44.41	532.86
18	1928	517	138,797.15	4,163.91	23,260.62	8.06	5.59	45.01	540.09
19	1976	530	142,267.08	4,268.01	24,165.45	8.06	5.66	45.62	547.41
20	2025	543	145,823.75	4,374.71	25,105.49	8.06	5.74	46.24	554.83

Fuente: Elaboración propia

Por medio de los datos de la proyección de la población, el consumo promedio diario total (lpd) y el índice poblacional de la comunidad, se procedió a proyectar el número de viviendas calculándose la proyección de la población entre el promedio de habitantes por viviendas (3.73 habitantes), el consumo mensual se calculó del consumo promedio diario total por 30 días mes entre 1000, siendo la unidad de medidas en (m³/mes).

Los costos totales anuales son la suma de los costos administrativos, costos de mantenimiento, costos de operación.

El consumo de viviendas mensual es la división consumo mensual entre el número de viviendas.

El precio C\$/m³ mes se calculó de los costos totales mensuales entre el consumo mensual (m³/mes).

Tarifa C\$/vivienda se calculó del consumo de vivienda mensual por el precio C\$/m³ mes.

CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA

4.1. Generalidades.

Esta evaluación se realizó con el fin de comprobar la rentabilidad económica del proyecto, de igual manera, se encuentra plasmado un análisis de todos los flujos financieros del proyecto con el objetivo de determinar la capacidad y la rentabilidad del proyecto, además, se calcularon todos los costos, los cuales se obtienen en base al análisis técnico.

Las inversiones a realizar para la ejecución del proyecto social, pueden dividirse en áreas tales como: terrenos, infraestructura, prevención y mitigación ambiental, maquinarias y equipos, desarrollo de recursos humanos y planificación de la operación.

4.1.1. Vida útil.

El proyecto está destinado a poseer una vida útil de 20 años, en los cuales se le dará completa satisfacción a las necesidades de la población, de igual modo contribuir al desarrollo de la comunidad ya que se eliminarán factores de enfermedades, ciclos de recolección de agua y otros factores que aquejan a la comunidad.

4.1.2. Tasa de cambio

Los valores monetarios están estimados en córdobas y dólares, con una tasa de cambio por el Banco Central con fecha 31 de mayo de 2019 del 2019: \$ 1(Un Dólar Americano) = C\$ 32.9897 (Córdobas).

La moneda a utilizar será el córdoba, porque los gastos fueron estimados en córdobas y todo lo referente al presupuesto es en córdobas.

4.2. Inversión del proyecto.

En esta sección se analizan los diferentes factores e instrumentos utilizados en esta obra y los costos de cada uno de dichos factores.

Tabla 23 Inversión total del proyecto

DESCRIPCIÓN	COSTO
ACTIVOS FIJOS	C\$ 9,040,936.17
ACTIVOS DIFERIDOS	C\$ 559,732.86
TOTAL	C\$ 9,600,669.03

Fuente: Elaboración propia

A continuación se puede apreciar el detallado de cada uno de estos factores que a inversión corresponde.

4.2.1. Activos fijos

Los activos fijos o bienes tangibles son todos aquellos utilizados en el proceso de transformación de insumos o apoyos a la operación. La inversión total en activos fijos es de C\$ **9, 040,936.17** detallándose cada uno de los activos a continuación.

Terrenos

Se cuenta con escrituras de legalidad a favor de la municipalidad de Telpaneca tanto para el predio de la fuente como para el predio del tanque de almacenamiento, por tanto, la inversión en terrenos es cero.

Edificaciones

Se realizará una caseta de control en la estación de bombeo, la cual estará resguardada y operada por una persona cuya su función principal será vigilar la entrada del lugar solo permitiendo personal autorizado que den mantenimiento al sitio y operar la bomba en su encendido y apagado

A continuación, se presenta desglose de los costos en las edificaciones con sus respectivos significados:

Tabla 24 Costo de las edificaciones del proyecto.

CONCEPTO	COSTO
PRELIMINARES: Comprende la limpieza inicial y la etapa de trazo y nivelación.	C\$ 161,620.74
OBRAS DE TOMA: Es la estructura hidráulica de mayor importancia de un sistema de aducción, que alimentará un sistema de agua potable, etc. A partir de la obra de toma, se tomarán decisiones respecto a la disposición de los demás componentes de la Obra (CNA, 2007).	C\$ 334,117.69
TANQUE DE ALMACENAMIENTO: Elemento fundamental en una red de abastecimiento de agua potable, para compensar las variaciones horarias de la demanda de agua potable (CNA, 2007).	C\$ 1,107,575.35
PLANTA PURIFICADORA	C\$ 678,694.63
LINEA DE CONDUCCION: Se le llama línea de conducción, al conjunto integrado por tuberías, y dispositivos de control, que permiten el transporte del agua - en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión- desde la fuente de abastecimiento, hasta el sitio donde será distribuida (CNA, 2007).	C\$ 847,977.00
ESTACION DE BOMBEO: Comprende el cárcamo de bombeo, caseta de control, instalaciones de media tensión, así como también cercas perimetrales y demás accesorios fundamentales para el correcto funcionamiento de la estación.	C\$ 1,263,489.33
LINEA DE DISTRIBUCION: Es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento hasta las conexiones domiciliarias (CNA, 2007).	C\$ 2,600,821.89
CONEXIONES: Son tomas de agua que se aplican en el sector rural, pero en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operaciones (sistemas por gravedad), capacidad de pago de la población, y número de usuarios del servicio. (INAA,89)	C\$ 1,971,291.99
LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA: Comprende la limpieza final y placa conmemorativa del proyecto	C\$ 25,986.92
Total	C\$ 8,991,575.54

Fuente: Elaboración propia

La inversión total en edificaciones es de **C\$ 8, 991,575.54** siendo este el rubro de inversión más alto, asumiendo que la mano de obra es parte de aporte comunitario tal como fue consensuado en asambleas comunitarias.

Vehículos

Visto que solo será una persona que estará a cargo de la operación y mantenimiento de todo el sistema no se ha adquirido ningún vehículo para las labores de la obra.

Maquinaria

Este proyecto no tendrá necesidad de comprar maquinaria para la realización de las diferentes actividades de excavación, mejoramiento ni traslado de materiales ya que los equipos a utilizar serán suministrados por el contratista encargado del desarrollo de la obra.

Equipos

En esta obra el equipo que será utilizado es la bomba de impulsión del agua desde el cárcamo de bombeo hacia el tanque de almacenamiento, la cual es una bomba de 3 HP de 230V, con un caudal de 26.75gpm y con un diámetro de salida de 2 pulgadas. Este elemento posee un costo de **C\$49,360.63** córdobas netos.

No será necesaria la compra de medidores para cada conexión domiciliar debido a que debido a consenso comunitario fue acordado que cada vivienda aporte la compra de medidor para su respectiva conexión.

Tabla 25 Equipos.

CONCEPTO	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO EN C\$	TOTAL
BOMBA	GLB	1	C\$ 49,360.63	C\$ 49,360.63
TOTAL			C\$ 49,360.63	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26 Resumen de activos fijos

DESCRIPCIÓN	COSTO	
Edificaciones	C\$	8,991,575.54
Equipos	C\$	49,360.63
Total	C\$	9,040,936.17

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Activos diferidos

Para el arranque del proyecto es necesario la gestión legal de los terrenos, así como la elaboración de los estudios correspondientes, el costo total de inversión en activos diferidos es de **C\$ 559,732.86**

Es importante señalar que siendo el FISE y la alcaldía las instituciones dueñas del proyecto y dado que esta es una institución exenta del pago de impuestos, no se estiman depreciaciones ni amortizaciones para los activos fijos y diferidos calculados respectivamente.

4.2.3. Costos de operación

Salarios del personal.

Se considera un pago anual para el personal que laborará, papelería e insumos de cloración.

Tabla 27 Costos de administración

Descripción	Frecuencia	C\$ Mensual	C\$ Anual
Salario de Colector-Fontanero	Mensual	C\$ 5,000.00	C\$ 60,000.00
Salario de operador de estación de bombeo	Mensual	C\$ 2,500.00	C\$ 30,000.00
Papelería	Mensual	C\$ 270.00	C\$ 3,240.00
Imprevistos	Mensual	C\$ 200.00	C\$ 2,400.00
Total		C\$ 7,970.00	C\$ 95,640.00

Fuente: Elaboración propia

Costos de funcionamiento y mantenimiento

Los costos de funcionamiento y mantenimiento comprenden los gastos consumo de energía eléctrica por la estación de bombeo, así como también los gastos en reparaciones menores en paredes y piso de los módulos construidos, de los filtros y sustitución de accesorios que se dañen en la red de agua los gastos de las restantes instalaciones. Los Costos anuales de funcionamiento y mantenimiento ascienden a C\$ 41, 094.89.

Tabla 28 Costo de funcionamiento y mantenimiento.

Descripción	Frecuencia	C\$ Mensual	C\$ Anual
Energía Eléctrica	Mensual	C\$ 3,091.24	C\$ 37,094.89
Captación de Fuentes	Semestral	C\$ 41.67	C\$ 500.00
Línea de Conducción	Semestral	C\$ 41.67	C\$ 500.00
Red de distribución	Semestral	C\$ 125.00	C\$ 1,500.00
Tanque de almacenamiento	Semestral	C\$ 83.33	C\$ 1,000.00
Conexiones domiciliarias	Semestral	C\$ 41.67	C\$ 500.00
Total		C\$ 3,424.57	C\$ 41,094.89

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29 Costo de operación

Descripción	Frecuencia	C\$ Mensual	C\$ Anual
Análisis de agua físico-químico bacteriológico	Anual	C\$ 208.33	C\$ 2,500.00
Insumos (Cloro)	Mensual	C\$ 100.00	C\$ 1,200.00
Total		C\$ 308.33	C\$ 3,700.00

Fuente: Elaboración propia

Los costos totales de operación anualmente se pueden ver en la siguiente tabla, los que incrementarán según el ritmo de la inflación, que para el cierre del año 2018 fue estimada en 3.89%.

Tabla 30 Costos anuales.

AÑO	COSTO ANUAL (C\$)
0	C\$140,434.89
1	C\$145,897.80
2	C\$151,573.23
3	C\$157,469.43
4	C\$163,594.99
5	C\$169,958.83
6	C\$176,570.23
7	C\$183,438.81
8	C\$190,574.58
9	C\$197,987.93
10	C\$205,689.66
11	C\$213,690.99
12	C\$222,003.57
13	C\$230,639.51
14	C\$239,611.39
15	C\$248,932.27
16	C\$258,615.74
17	C\$268,675.89
18	C\$279,127.38
19	C\$289,985.44
20	C\$301,265.87

Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Ingresos

En Nicaragua existe un sistema de organización para la administración del agua que son los Comités de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento (CAPS), en dichos comités se han establecido los siguientes rangos de tarifas:

Tabla 31 Tarifas según CAPS

Rango de Consumo m³	Costo Domiciliar C\$
0.0-10.0	8.5
10.1- 20.0	10.0
20.0 – Mas	12.0

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, en este caso fue acordado como aporte de la comunidad al proyecto la compra de medidores de consumo, una de las funciones del operador es registrar el consumo de cada uno de los hogares que tengan el servicio.

A continuación se muestra el cálculo de los ingresos aproximados del proyecto, estimando los consumos de la población, utilizando inicialmente el precio a propuesta de las CAPS.

Tabla 32 Ingresos

Año	Pob	Casas	Consumo (m3/mes)	Consumo vivienda mensual (m3)	Precio m3/mes	Tarifa C\$/vivienda	Tarifa C\$/anual
0	1236	331	2,669.76	8.06	8.5	68.51	822.12
1	1267	340	2,736.50	8.06	8.5	68.51	822.12
2	1299	348	2,804.92	8.06	8.5	68.51	822.12
3	1331	357	2,875.04	8.06	8.5	68.51	822.12
4	1364	366	2,946.92	8.06	8.5	68.51	822.12
5	1398	375	3,020.59	8.06	8.5	68.51	822.12
6	1433	384	3,096.10	8.06	8.5	68.51	822.12
7	1469	394	3,173.51	8.06	8.5	68.51	822.12
8	1506	404	3,252.84	8.06	8.5	68.51	822.12
9	1544	414	3,334.16	8.06	8.5	68.51	822.12
10	1582	424	3,417.52	8.06	8.5	68.51	822.12
11	1622	435	3,502.96	8.06	8.5	68.51	822.12
12	1662	446	3,590.53	8.06	8.5	68.51	822.12
13	1704	457	3,680.29	8.06	8.5	68.51	822.12
14	1746	468	3,772.30	8.06	8.5	68.51	822.12
15	1790	480	3,866.61	8.06	8.5	68.51	822.12
16	1835	492	3,963.27	8.06	8.5	68.51	822.12
17	1881	504	4,062.36	8.06	8.5	68.51	822.12
18	1928	517	4,163.91	8.06	8.5	68.51	822.12
19	1976	530	4,268.01	8.06	8.5	68.51	822.12
20	2025	543	4,374.71	8.06	8.5	68.51	822.12

Fuente: Elaboración propia

4.2.5. Análisis de beneficio

Dentro de los principales beneficios generados por el proyecto se ha establecido la reducción de enfermedades de tipo infeccioso, entre ellas: la diarrea, tos y refriados. Dado que el proyecto alcanza el objetivo de mejorar las condiciones salubres, se espera una reducción en porcentaje en el gasto que tienen las familias a la hora de enfermarse, según datos del Ministerio de Salud (MINSA) en promedio una familia gasta aproximadamente C\$4800 anuales cada vez que se enferman, según la Organización Mundial de la Salud cuando un sistema de abastecimiento de este tipo

se establece que los beneficios pueden variar desde un 60 a un 90%, si se asume el rango menor del 60% se puede establecer el siguiente ahorro como beneficio.

Tabla 33 Ahorro en Gastos de Enfermedades

AÑO	POB	POB. QUE SE ENFERMA %	POB. QUE SE ENFERMA	GASTOS POR ENFERMEDAD POR PERSONA ANUAL (C\$)	GASTOS TOTALES (C\$)	AHORRO GENERADO POR EL PROYECTO %	AHORRO
0	1,236	60%	742	4,800.00	3,559,680.00	10%	355,968.00
1	1,267	60%	760	5,072.64	3,855,916.57	10%	385,591.66
2	1,299	60%	779	5,360.77	4,176,805.95	10%	417,680.59
3	1,331	60%	799	5,665.26	4,524,399.74	10%	452,439.97
4	1,364	60%	819	5,987.04	4,900,920.28	10%	490,092.03
5	1,398	60%	839	6,327.11	5,308,774.87	10%	530,877.49
6	1,433	60%	860	6,686.49	5,750,571.11	10%	575,057.11
7	1,469	60%	882	7,066.28	6,229,133.64	10%	622,913.36
8	1,506	60%	904	7,467.65	6,747,522.14	10%	674,752.21
9	1,544	60%	926	7,891.81	7,309,050.94	10%	730,905.09
10	1,582	60%	949	8,340.06	7,917,310.16	10%	791,731.02
11	1,622	60%	973	8,813.78	8,576,188.71	10%	857,618.87
12	1,662	60%	997	9,314.40	9,289,899.13	10%	928,989.91
13	1,704	60%	1,022	9,843.46	10,063,004.54	10%	1,006,300.45
14	1,746	60%	1,048	10,402.57	10,900,447.78	10%	1,090,044.78
15	1,790	60%	1,074	10,993.43	11,807,583.04	10%	1,180,758.30
16	1,835	60%	1,101	11,617.86	12,790,210.10	10%	1,279,021.01
17	1,881	60%	1,128	12,277.75	13,854,611.39	10%	1,385,461.14
18	1,928	60%	1,157	12,975.13	15,007,592.14	10%	1,500,759.21
19	1,976	60%	1,186	13,712.12	16,256,523.96	10%	1,625,652.40
20	2,025	60%	1,215	14,490.97	17,609,391.88	10%	1,760,939.19

Fuente: Elaboración propia

4.2.6. Tasa mínima atractiva de rendimiento (TREMA)

Dado que este proyecto se encuentra dentro del carter de proyectos sociales la TREMA que se usará será la Tasa Social de Descuento para Nicaragua, la cual está estimada en 8%.

4.2.7. Flujo Neto de Efectivo (FNE)

A continuación se muestra el FNE usando la tarifa de los CAPS o tarifa social.

Tabla 34 Flujo neto de efectivo usando Tarifa Social

AÑOS	INGRESO	COSTOS TOTALES	INVERSION	FNE
0			9600669.03	-9600669
1	C\$ 664,825.93	145897.8034		518928.12
2	C\$ 703,895.72	151573.228		552322.49
3	C\$ 745,810.48	157469.4266		588341.05
4	C\$ 790,796.80	163594.9873		627201.81
5	C\$ 839,099.87	169958.8323		669141.04
6	C\$ 890,985.06	176570.2308		714414.83
7	C\$ 946,739.51	183438.8128		763300.7
8	C\$ 1006,674.01	190574.5826		816099.43
9	C\$ 1071,124.94	197987.9339		873137
10	C\$ 1140,456.36	205689.6645		934766.69
11	C\$ 1215,062.34	213690.9925		1001371.4
12	C\$ 1295,369.47	222003.5721		1073365.9
13	C\$ 1381,839.50	230639.511		1151200
14	C\$ 1474,972.30	239611.388		1235360.9
15	C\$ 1575,309.02	248932.271		1326376.7
16	C\$ 1683,435.49	258615.7363		1424819.8
17	C\$ 1799,985.98	268675.8885		1531310.1
18	C\$ 1925,647.18	279127.3806		1646519.8
19	C\$ 2061,162.56	289985.4357		1771177.1
20	C\$ 2207,337.11	301265.8691		1906071.2

Fuente: Elaboración propia

Al analizar los indicadores financieros se puede observar que como resultado de aplicar una tarifa social, esto no permite la recuperación de la inversión con un Valor Actual Neto (VAN) de **C\$-878,053.32** lo que indica que el proyecto no es rentable usando tarifa social y no se podrán realizar reinversiones en el futuro.

4.2.8. Análisis de sensibilidad

En este caso se propone realizar el análisis de sensibilidad para observar el comportamiento del precio usando una tarifa diferente a la propuesta por el CAPS.

Producto del análisis se obtuvo que para que el VAN sea igual a cero debe utilizarse una tarifa de C\$ 10.77, esta tarifa es el punto de equilibrio del proyecto.

4.2.9. FNE con tarifa privada

Para el análisis con tarifa privada se propone una tarifa por vivienda mayor al punto de equilibrio el cual es de C\$ 15 por metro cúbico consumido como tarifa mensual. A continuación se muestran los flujos de efectivo producto de esa tarifa.

Tabla 35 FNE con tarifa privada

AÑOS	INGRESO	COSTOS TOTALES	INVERSION	FNE
0			9600669.03	-9600669
1	C\$ 878,358.02	145897.8034		732460.21
2	C\$ 922,766.11	151573.228		771192.88
3	C\$ 970,152.63	157469.4266		812683.2
4	C\$ 1020,747.50	163594.9873		857152.51
5	C\$ 1074,799.35	169958.8323		904840.51
6	C\$ 1132,577.02	176570.2308		956006.79
7	C\$ 1194,371.27	183438.8128		1010932.5
8	C\$ 1260,496.57	190574.5826		1069922
9	C\$ 1331,293.05	197987.9339		1133305.1
10	C\$ 1407,128.67	205689.6645		1201439
11	C\$ 1488,401.47	213690.9925		1274710.5
12	C\$ 1575,542.08	222003.5721		1353538.5
13	C\$ 1669,016.42	230639.511		1438376.9
14	C\$ 1769,328.65	239611.388		1529717.3
15	C\$ 1877,024.27	248932.271		1628092
16	C\$ 1992,693.62	258615.7363		1734077.9
17	C\$ 2116,975.57	268675.8885		1848299.7
18	C\$ 2250,561.50	279127.3806		1971434.1
19	C\$ 2394,199.74	289985.4357		2104214.3
20	C\$ 2548,700.22	301265.8691		2247434.4

Fuente: Elaboración propia

4.2.10. Periodo de recuperación de la inversión (PRI)

Al analizar los indicadores financieros producto de una tarifa privada se puede observar que esto permite una recuperación de la inversión en un periodo (PRI) de 10 años y 10 meses.

4.2.11. Valor Actual Neto (VAN) y TIR

Al analizar el VAN se puede observar que este es sometido al 8% y una tarifa de C\$15 es de C\$ 1,639, 442.57 lo que indica que el proyecto es rentable usando tarifa privada y una Tasa Interna de Retorno del 9.78% que es mayor que la TREMA.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.

Una vez concluido el estudio de perfil, se puede concluir lo siguiente:

- Se diagnosticó la situación actual de la zona, identificando y constatando la problemática de la comunidad la cual consistía en un déficit de abastecimiento de agua para 1,236 habitantes distribuidos en 331 viviendas.
- La realización del proyecto en base al diseño propuesto, beneficiaría aproximadamente un total de 2,025 habitantes en el año 20 de diseño, mejorando así la calidad y condiciones de vida.
- Durante el estudio se determinó la fuente de abastecimiento para la construcción del MABE de dos opciones probables, seleccionando la fuente de mayor aforo, para esta se estableció la dotación para una población estimada y proyectada para 20 años.
- En base a los resultados de los indicadores financieros VAN Y TIR con tarifa social de C\$ 8.5 por metro cubico consumido el proyecto no resulto rentable ya que no se lograría recuperar la inversión al final del periodo de diseño, sin embargo usando tarifa privada de C\$ 15 por metro cubico el proyecto resulta rentable, permitiendo una recuperación de la inversión en 10 años y 10 meses, por lo tanto además se podrían realizar reinversiones en el futuro.

5.2. RECOMENDACIONES.

Una vez construido este proyecto es importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se deberán impulsar charlas a los habitantes sobre el uso adecuado del recurso natural del agua.
- Realizar análisis bacteriológicos a la fuente una vez al año.
- Hacer énfasis en la población en proteger esta inversión (la obra de captación) ya que necesita mantenimiento gradual para cumplir con el periodo de diseño propuesto.

BIBLIOGRAFÍA

- SNIP. (2001). *Guía de formulación y Evaluación de Proyectos de inversión*.
(Abril de 2014). Obtenido de Levantamiento Topográfico.
- Acometida de agua potable*. (s.f.). Obtenido de Diseños Mecánicos, S.A.
- Activo intangible*. (2016). Obtenido de www.economiasimple.net:
<http://www.economiasimple.net/glosario/activo-intangible>
- Angarita, R. (s.f.). Obtenido de Fuentes Abastecimiento.
- BANCO MUNDIAL. (2012). *Trabajos Técnicos del departamento de Medio Ambiente*.
Obtenido de Banco Mundial.
- Banco Mundial. (2016). *Guía para la Evaluación Económica y Financiera*.
- Definición de Activos fijos*. (2016). Obtenido de www.wikipedia.org:
<https://es.wikipedia.org/activofijo>
- Definición de Diseño*. (2008). Obtenido de www.definiciones.com:
<http://conceptodefinicion.de/diseño/>
- Definiciones usuales en Hidráulica*. (1987). Obtenido de Wikipedia.com:
https://es.wikipedia.org/wiki/anexo:definiciones_usuales_en_hidr%C3%A1ulica.#Dotaci.c3.B3n.
- Dumrauf. (2006). *Cálculo Financiero*. Obtenido de Dumrauf.
- ENACAL. (1989). *Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural*. Obtenido de ENACAL.
- ENACAL. (2001). *NTON*. Obtenido de www.enacal.com.ni.
- ENACAL. (Marzo de 2006). *ABC sobre el recurso agua y su situación en Nicaragua*.
Obtenido de www.enacal.com.ni:
- FISE. (2007). *Operación y Mantenimiento del Mini Acueducto por Gravedad*. Obtenido de FISE.
- Guía de diseño de proyectos sociales*. (2011). Obtenido de cempreplanes y proyectos:
<https://sites.google.com/site/disenodeproyectosociales/capitulo-xii>
- INAA. (1989). *Diseño de Abastecimiento de abastecimiento en el Medio Rural y Saneamiento Básico Rural*. Managua.

Perez, J. (2009). *Definición de Inversión*. Obtenido de <http://definicion.de/inversion/>)

Población de Diseño y Demanda de Agua. (s.f.).

Restrepo, F. C. (2006). *Tasa social de descuento*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/>

Salud. (2000). *Salud Ambiental, Agua para Uso y Consumo Humano*.

Sauvy, A. (1991). *Estudio de la Población*.

SNIP. (2001). *Guía de formulación y evaluación de proyectos de inversión*.

SNIP. (2008). *Metodología Agua*. Obtenido de SNIP:
<http://www.snip.gob.ni/Docs/metodologias/MetodologiaAgua.pdf>

Tarifas Vigentes. (2017). Obtenido de www.tarifasvigentes.com:
<http://www.aguasyaguas.com>

Urbina, G. B. (2013). *Formulación de Proyectos*. Mexico DF: McGraw-Hill.

Vilar, J. (1992). *Diagnóstico de situación*. Obtenido de Dialnet.